

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
В.А.Пасічник
(підпис)

“ ” 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки -

6.050503 Машинобудування
(код і назва)

на тему: Розвертка для оброблення отворів в тонкостінних деталях

Виконав (-ла): студент (-ка) 3 курсу, групи МІ-п51
(шифр групи)

Семесь Сергій Андрійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник Джулій Дмитро Юрійович _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 20__ року

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050503 Машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.А.Пасічник
(підпис)

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Семесь Сергій Андрійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Розвертка для оброблення отворів в тонкостінних деталях

_____,
керівник проекту Джулій Дмитро Юрійович _____,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту Розвертка виготовлення з матеріалу – Р6М5, обробляє отвір діаметром 20Н7, має 4 зуби, довжина розвертки 150мм, циліндричний хвостовик, внутрішня подача МОР _____

4. Зміст пояснювальної записки Аналіз конструкції розверток. Технологічний процес виготовлення розвертки. Розроблення пристосування для фрезерування гвинтових канавок. Аналіз поновлення працездатності циліндричної розвертки.

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Аналіз та синтез конструкції розвертки, Робоче креслення розвертки, та 3Д модель створення. Представлення окремих операцій технологічного процесу виготовлення розвертки. Складальне креслення пристосування для фрезерування канавок. Поновлення працездатності розвертки _____

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗМІСТ

Вступ

1. Синтез інструмента

1.1 Розвертки для оброблення отворів

1.2 Аналіз оброблюваної поверхні

1.3 Синтез конструкції розвертки

1.3.1 Вибір кількості зубів

1.3.2 Вибір кута нахилу стружкової канавки

1.3.3 Різальна частина розвертки

1.3.4 Конструкція хвостовика розвертки

1.3.5 Матеріал інструменту

1.4 Способи підвищення якості поверхневого шару інструмента

1.4.1 Лазерне зміцнення

1.4.2 Ціанування та комбінована обробка

1.4.3 Покриття одержане хімічним осадженням

1.4.4 Покриття одержане фізичним осадженням

1.5 Внутрішня подача МОР

1.6 Аналіз та синтез розвертки з існуючих інструментів

2. Робочий кресленик розвертки та технічні вимоги

2.1 Процес побудови 3D моделі в середовищі (КОМПАС 3D v18)

2.2 Процес побудови робочого кресленника

3. Технологія виготовлення розвертки на основі обраних конструктивних параметрів

3.1 Метод отримання заготовок

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2 Технологічний процес

3.3 Розробка технології виготовлення інструменту

3.4 Режими різання

3.4.1 Операція 015 «Токарна»

3.4.2 Операція 020 «Свердлильна»

3.4.3 Операція 030 «Фрезерна»

3.4.4 Операція 040 «Шліфувальна»

4. Конструкція пристосування для фрезерування стружкових канавок розвертки

4.1 Конструкція пристосування для фрезерування стружкових канавок розвертки

4.2 Особливості фрезерування гвинтових канавок

4.3 Удосконалення конструкції ділильної головки

4.4 Розрахунок повороту

5. Поновлення працездатності циліндричної розвертки

5.1 Поняття зносу та стійкості

5.2 Заточка і переточка розвертки

5.2.2 Розрахунок переточки

5.3 Етапи поновлення працездатності

Перелік посилань

Додатки

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Анотація

Метою дипломного проекту є розробка розвертки для обробки тонкостінних деталей. В результаті проведеного аналізу конструктивних елементів розверток, методів покращення поверхневого шару, особливостей оброблення тонкостінних деталей був обраний найбільш оптимальний варіант.

Розроблена технологія виготовлення розвертки. Розраховані режими різання, для використовуваних інструментів. Удосконалено пристосування для обробки гвинтових канавок. Змодельювали інструмент в програмі Компас 3Д.

Ключові слова: розвертка, обробка отвору, швидкорізальна сталь, технологія виробництва, моделювання в Компасі.

Summary

The degree project is devoted reamer for processing thin-walled details. As a result carried out analysis constructive elements reamer, methods improvement surface layer, feature processing thin-walled details was chosen the best option.

Developed manufacturing technology for reamer. Calculated cutting modes for the tools used and allowances for machining. Improvement of the device for processing of screw grooves. Simulated a tool in the program Kompas 3D.

Keywords: reamer, hole processing, HSS, production technology, simulation Kompas.

Аннотация

Целью дипломного проекта является разработка развертки для обработки отверстий тонкостенных деталей. В результате проведённого анализа

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конструктивных элементов разверток, методов улучшения поверхностного слоя, особенностей обработки тонкостенных деталей был избран самый оптимальный вариант.

Разработана технология изготовления развертки. Рассчитаны режимы резания, для используемого инструмента. Усовершенствовано приспособление для обработки винтовых канавок. Смоделирован инструмент в программе Компас 3Д.

Ключевые слова: развертка, обработка отверстия, быстрорежущая сталь, технология производства, моделирование в Компасе.

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВСТУП

Метою бакалаврської роботи є розробка розвертки для оброблення отворів в тонкостінних деталях.

Розвертка – багатолезовий осьовий різальний інструмент, який застосовується для обробки отворів, підвищення точності форми та розмірів отвору та зменшення шорсткості поверхні після попередньої обробки свердлом, зенкером або розточувальним різцем. Точність отворів після обробки IT8-IT6, шорсткість поверхні Ra1,25-0,32мкм. Використання дворазового розвертування дає найкращі результати: при першому розвертанні видаляється 2/3 припуску, а при другому 1/3 припуску [2].

Розвертка має 4-14 різальних зубів. Під час обробки видаляє невеликий шар припуску 0,15 – 0,5мм. Розвертки працюють на невеликих швидкостях 4 – 12 метрів за хвилину, але мають високу продуктивність завдяки великій кількості різальних зубів [2].

Розвертки класифікуються наступним чином:

1. За типом оброблюємо отвору:
 - циліндричні
 - конічні (під інструментальні, котлові (заклепкові) та інші конуси)
 - ступінчасті
 - регульовані
2. За точністю:
 - з вказанням квалітету для циліндричних
 - з вказанням якості поверхні, що отримується (чорнові, проміжні, чистові) для конічних
3. За способом затиску інструмента:
 - ручні з квадратним хвостовиком
 - машинні з конічним інструментальним хвостовиком

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 СИНТЕЗ ІНСТРУМЕНТА

1.1 Розвертки для оброблення отворів

В залежності від умов, отвори можна оброблювати такими методами: свердлінням, зенкеруванням, розвертанням, розточуванням, протягуванням, шліфуванням, хонінгуванням. Вибір методів обробки, а також послідовності використання обумовлюється розмірами і точністю отвору.

З умов завдання для оброблення заданих поверхонь розглянемо розвертки, що застосовуються для оброблення отворів:

1. Циліндричні цільні розвертки
2. Насадні розвертки
3. Циліндричні розвертки з напаяними пластинами

Розвертка – багатолезовий осьовий різальний інструмент, який застосовується для обробки отворів, підвищення точності форми та розмірів отвору та зменшення шорсткості поверхні після попередньої обробки свердлом, зенкером або розточувальним різцем [1]. Точність отворів після обробки ІТ8-ІТ6, шорсткість поверхні $Ra_{1,25-0,32\text{мкм}}$. Використання дворазового розвертування дає найкращі результати: при першому розвертанні видаляється $2/3$ припуску, а при другому $1/3$ припуску [2].

1.2 Аналіз оброблюваної поверхні

Деталі типу диск (рис 1.1) характеризуються тим, що в основному вони утворенні зовнішньою і внутрішньою поверхнями обертання, при порівняно невеликій довжині і товщині тіла диску [2].

При обробці деталі диску потрібно:

1. Витримати прямолінійність осі
2. Забезпечити концентричність зовнішніх і внутрішніх поверхонь

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Забезпечити паралельність торців і перпендикулярність їх до по-
вздожньої осі

Обробку деталей можливо виконувати з різною послідовністю операцій і переходів, зазвичай використовують такі плани обробки:

1. Обробка співвісних отворів за один установ
2. Обробка від зовнішньої поверхні. В цьому випадку спочатку оброблюють зовнішню поверхню, яка в подальшому використовується як база для обробки внутрішніх поверхонь.
3. Обробка від отвору, спочатку оброблюють внутрішню поверхню, а потім з встановленням на оправку проводять обробку зовнішніх поверхонь.

З розглянутих трьох планів обробки найкращий результат дає перший, коли чистова обробка внутрішні поверхонь виконується за один установ. В цьому випадку концентричність залежить тільки від точності верстата і інструмента. Роздивляючись другий і третій плани, треба мати на увазі, що обробити точно отвір як правило складніше, ніж зовнішню поверхню. Тому краще спочатку обробити отвір, а потім зовнішні поверхні [2].

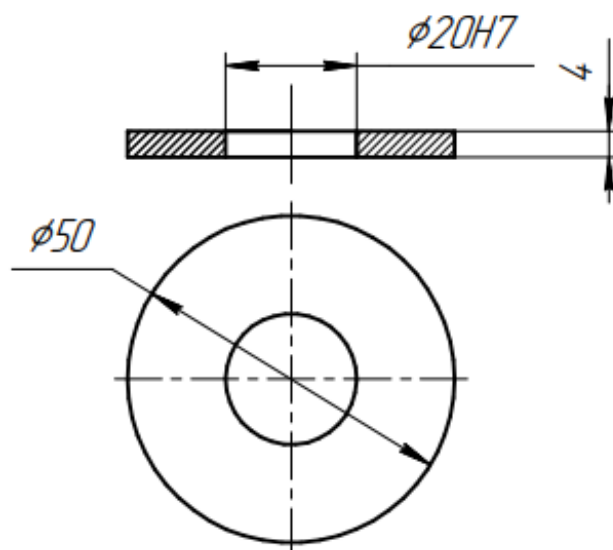


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі з вимогами до внутрішнього отвору

1.3 Синтез конструкцій розвертки

1.3.1 Вибір кількості зубів

Кількість зубів в розвертках приймається зазвичай парним для можливості вимірювання діаметру розвертки за допомогою мікрометра. Також зі збільшенням кількості зубів покращується їх направлення, але погіршується відвід стружки [4]. Можливе визначення кількості зубів опираючись на діаметр $\varnothing 20\text{мм}$ розвертки та їх призначення.

Розглянувши перший приклад, а саме ГОСТ ГОСТ18121-72 бачимо, що для розверток з лівими гвинтовими канавками для обробки використовують рівномірне розташування зубів, з кількістю зубів $z=4$.

Для порівняння скористаємося відкритим каталогом Sandvik [18]. На прикладі наступних моделей розверток розглянемо можливості варіювання кількості зубів, z . Слід також зауважити, що не всі представлені моделі розверток мають такі діаметри, що діаметр 20мм стає проміжним.

835.B-2000-A1-PF 1024 $z=6$, $\varnothing=20\text{мм}$, точність отвору H7, сплав HC1024, використовується при обробці сталі і чавуну. Канавки прямі.

835.T-2000-A1-PF 1024 $z=6$, $\varnothing=20\text{мм}$, точність отвору H7, сплав HC1024, використовується при обробці сталі і чавуну. Канавки спіральні.

435.B-2000-A1-XF H10F $z=6$, $\varnothing=20\text{мм}$, точність отвору H7, сплав H10F, використовується при обробці сталі, чавуну і не металів. Канавки прямі.

435.T-2000-A1-XF H10F $z=6$, $\varnothing=20\text{мм}$, точність отвору H7, сплав H10F, використовується при обробці сталі, чавуну і не металів. Канавки гвинтові.

830B-E06D1800H7S12 $z=6$, $\varnothing=18\text{мм}$, точність отвору H7, основа сплаву HB, використовується при обробці сталі, чавуну. Збірна конструкція.

830A-E06D2000H7S12 $z=6$, $\varnothing=20\text{мм}$, точність отвору H7, основа сплаву HB, використовується при обробці сталі, чавуну. Збірна конструкція. [18]

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

З огляду сучасних каталогів пропонують конструкції розверток з кількістю зубів 6. Але для спрощення конструкції, обираємо кількість зубів 4, що буде достатньо для отримання отвору заданого параметру.

1.3.2 Вибір кута нахилу стружкової канавки

Стружкові канавки в розверток виконуються прямими паралельними або похилими до осі, а також гвинтовими [3].

Для оброблення отворів тонкостінних деталей використовують гвинтові канавки. Кут нахилу канавки для:

1. Для сірого чавуну і твердої сталі : $\omega=7 - 8^\circ$
2. Для ковкого чавуну і сталі : $\omega=12 - 30^\circ$
3. Для алюмінію і легких сплавів: $\omega=35 - 45^\circ$

Обираємо кут нахилу стружкової канавки рівним $\omega=25^\circ$.

1.3.3 Різальна частина розвертки

Різальна частина частинна розвертки має кут нахилу ϕ яка визначає співвідношення між шириною і товщиною стружки (рис 1.1). Він впливає на видалення стружки, зношення інструменту і якість обробленої поверхні. Важливим фактором при обробленні тонкостінних деталей є сили які виникають під час різання. Змінна співвідношення складових зусилля різання змінює величину пружних деформацій на обробленій поверхні, що призводить до зміни розміру отвору. Малий кут ϕ сприяє плавному входу і виходу розвертки. Згідно з дослідженням І.І.Семенченка розбиття, конусність і овальність отвору при кутах ϕ від 5 до 45° знаходиться в межах допуску, хоча кращі результати показували розвертки з кутом $\phi=15^\circ$. Проте шорсткість обробленої поверхні при роботі розвертки з кутом $\phi=(20-40)^\circ$ вища, ніж при куті $\phi=15^\circ$ [4].

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

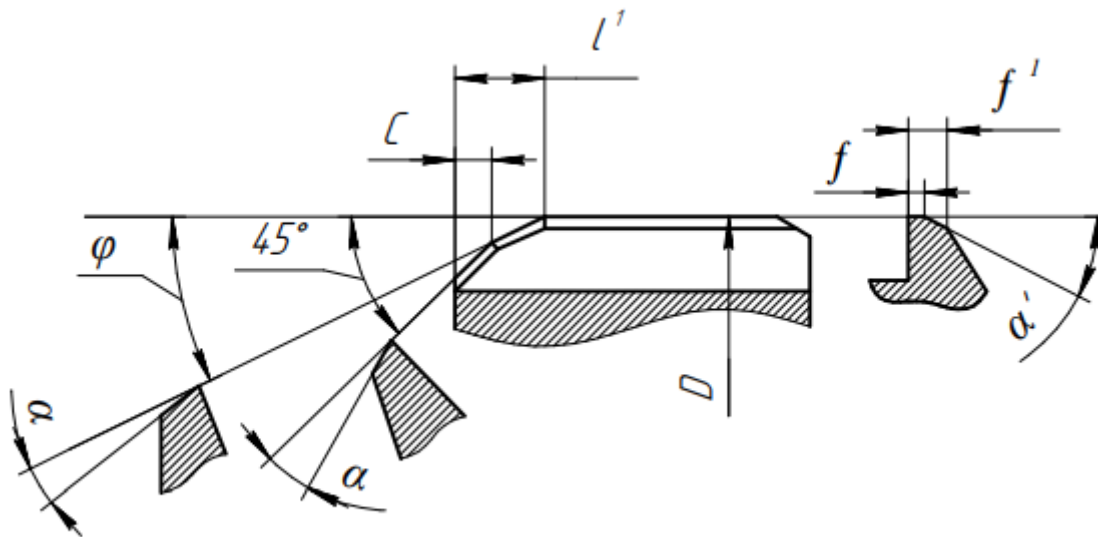


Рисунок 1.2 – геометрія розвертки з кутом $\varphi=5 - 15^\circ$

На цій підставі можна дійти висновку, що оптимальним кутом φ для розверток при обробці сталей і в'язких металів є 15° , для крихких матеріалів, наприклад чавуну, кут φ призначають від 3 до 5° .

Отже обираємо кут $\varphi=15^\circ$.

1.3.4 Конструкція хвостовика розвертки

За класифікацією хвостовики розверток можуть бути: циліндричні, конічні, циліндричні з квадратом на кінці (для ручних розверток) його ми не будемо розглядати.

Циліндричні хвостовики (рис 1.3) застосовуються для інструмента невеликого діаметра від 2 до 20мм , із-за низької надійності кріплення. При закріпленні в патроні крутний момент передається за рахунок тертя циліндричної поверхні хвостовика і патрона.

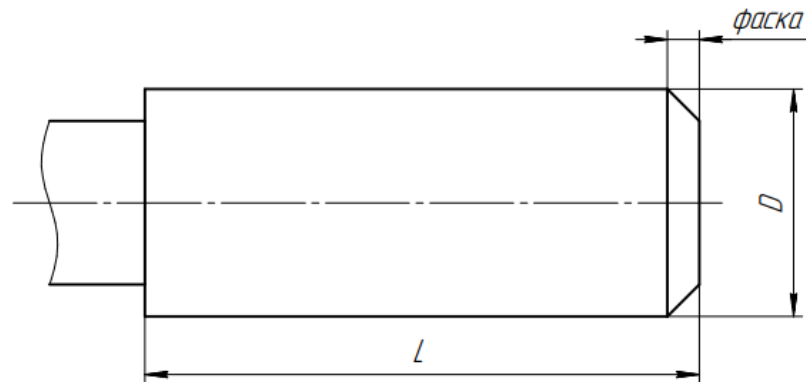


Рисунок 1.3 – Циліндричний хвостовик

Конус служить для передачі крутного моменту від шпинделя верстата до різального інструменту за рахунок тертя яке виникає в процесі обробки між поверхнями зовнішнього конуса інструмента і внутрішнього конуса шпинделя верстата під дією осьової сили. Крутний момент повинен передаватись тільки конусом без участі лапки хвостовика (рис 1.4).

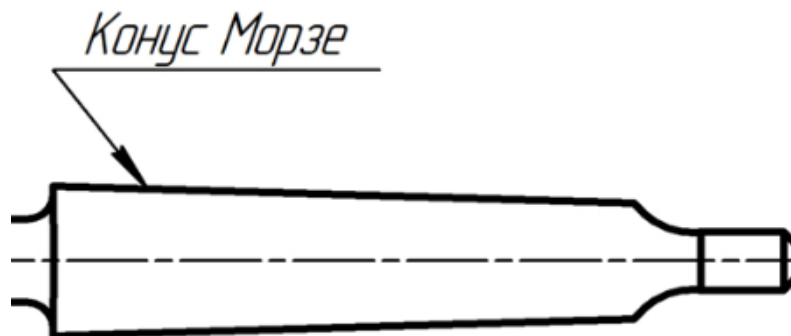


Рисунок 1.4 – Конічний хвостовик з конусом Морзе

У ряді випадків, особливо при обробці на не особливо точних верстатах, доцільно розвертку жорстко не кріпити в шпінделі верстата, а дати їй можливість самовстановитись і слідувати за наявною осі отвору. Це можна забезпечити, не звязуючи розвертку жорстко зі шпинделев верстату, а передавати їй від шпинделя тільки обертання і подачу [8].

Проаналізувавши особливості хвостовиків обраємо циліндричний.

1.3.5 Матеріал інструменту

Швидкорізальна сталь — високолегована інструментальна сталь, що застосовується, головним чином, для виготовлення різального інструменту, який працює на швидкостях, приблизно в 3-5 разів більших, ніж інструмент з вуглецевої інструментальної сталі. Можливість отримання такої швидкості різання обумовлена червоностійкістю швидкорізальної сталі.

Інструмент з швидкорізальної сталі пом'якшується при нагріванні вище 550–650°C (в залежності від складу і обробки), в той час як з вуглецевої інструментальної сталі — при 200 °C.

Червоностійкість сталі забезпечують легуючі елементи — вольфрам (W), хром (Cr), ванадій(V), які утворюють карбіди високої витривалості. Для отримання потрібної структури і властивостей інструмент з швидкорізальної сталі піддається спеціальній термічній обробці, що полягає в гартуванні після нагрівання до температури 1240–1300°C і багаторазовому (зазвичай 3 рази) відпусканні при температурі 560–620 °C.

Для підвищення стійкості швидкорізальної сталі застосовується ціанування, обробка холодом, ступеневе гартування тощо.

Швидкорізальні сталі можуть мати 8,5...18% вольфраму, 3,8...4,4% хрому, 2...10% кобальту і ванадію, 0,5...5,5% молібдену. Для виготовлення різальних інструментів використовують сталі P9, P12, P18, P6M5, P9Ф5, P14Ф4, P18Ф, P9K10, P10K5Ф5, P18K5Ф2, P9M4K8. Різальний інструмент після термообробки має твердість (HRC 62...65), підвищену зносостійкість, теплостійкість 600...630°C і може працювати з швидкостями до 50 м/хв при обробці вуглецевих конструкційних сталей [9].

У марці сталі букви і цифри позначають: Р – швидкорізальна, цифра вміст вольфраму у відсотках, М – вміст молібдену у відсотках [9].

За рекомендаціями по вибору матеріалу для розверток обираємо Р6М5 ГОСТ 19265-73, хімічний склад сталі за носимо до табл. 1.1 [19].

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Р6М5:

Хімічний елемент	%
Вуглець (C)	0.8 - 0.88
Вольфрам (XV)	5.5 - 6.5
Хром (Cr)	3.8 - 4.4
Ванадій (V)	1.7 - 2.1
Молібден (Mo)	5 - 5.5

1.4 Способи підвищення якості поверхневого шару інструмента

Головною метою будь-якого методу, що підвищує якість поверхневого шару, є підвищення стійкості інструмента, що в свою чергу впливає в подальшому і на якість обробленою поверхні, і на підвищену довговічність різального інструменту.

1.4.1 Лазерне зміцнення

Один із найефективніших способів підвищення працездатності швидкорізального інструмента. Однією з особливостей лазерного випромінювання є можливість локальної обробки робочих поверхонь, тобто обробки лише тих ділянок, що піддаються найбільшому зношуванню під час експлуатації. У кінцевих фрез такою ділянкою є спіральна задня поверхня зубів, тому для зміцнення фрез робочий орган технологічного обладнання повинен переміщуватись по гвинтовій траєкторії. Проте його широке застосування обмежується рядом факторів, як відсутність рекомендацій про умови експлуатації зміцнених інструментів [7].

Не дивлячись на це, лазерне гартування сприяє значному підвищенню дієздатності розверток з Р6М5 при певних значеннях параметрів режимів різання.

1.4.2 Ціанування та комбінована обробка

Ціанування – процес дифузійного насичення поверхневого шару сталі одночасно вуглецем та азотом при температурах 820-950 °C [8].

Стійкість кінцевих розверток, які підлягали лише ціануванню поверхневого шару, мали стійкість T близько 38 хвилин. Додатковий лазерний вплив на ціанований поверхневий шар призвів до значних змін.

Максимальне значення $T \approx 54$ хвилини було досягнуто при щільності енергії випромінювання $E = 2,67 \text{ Дж/мм}^2$ [9].

1.4.3 Покриття одержане хімічним осадженням

Хімічне осадження парів, або Chemical Vapor Deposition (CVD). Покриття CVD утворюється в результаті хімічних реакцій при температурі 700-1050 °C. Покриття CVD мають високу зносостійкість і чудову адгезію до твердосплавної основи [10].

В сучасних покриттях CVD комбінуються шари MT-Ti (C, N), Al₂O₃ і TiN. Безперервно поліпшуються властивості покриттів у зв'язку з адгезією, міцністю та зносом за рахунок мікроструктурної оптимізації та подальшої обробки.

MT-Ti (C, N) - забезпечує стійкість до абразивного зносу і, відповідно, зменшує зношування по задній поверхні.

CVD-Al₂O₃ - хімічно нейтральний шар, що має низьку теплопровідність, що забезпечує стійкість сплавів до формування лунок. Крім того, він служить в якості теплового бар'єру, що підвищує стійкість до пластичної деформації.

CVD-TiN - підвищує зносостійкість і використовується для виявлення зносу.

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.4.4 Покриття одержане фізичним осадженням

Конденсація з парової фази, або Physical Vapor Deposition (PVD). Воно формується при відносно невисоких температурах (400-600°C). Процес включає в себе випаровування металу, що реагує, наприклад, з азотом. В результаті на поверхні ріжучого інструменту утворюється тверде нітридне покриття.

Покриття PVD збільшують зносостійкість сплаву за рахунок своєї твердості. Їх компресійне вплив також збільшує міцність кромки і стійкість до утворення тріщин [11].

Нижче описані основні шари покриття PVD. Сучасні покриття являють собою комбінації цих шарів. У шаруватих покриттях є безліч тонких шарів - товщини мілімікронового порядку. Це робить покриття ще твердіше.

PVD-TiN - нітрид титану, з якого відбулося перше PVD покриття. Він має універсальні властивості і має золотистий колір.

PVD-Ti (C, N) - карбонітриду титану твердіше нітриду і збільшує стійкість до зношування по задній поверхні.

PVD- (Ti, Al) N - нітрид титану алюмінію має високу твердість у поєднанні зі стійкістю до окислення, що покращує загальну зносостійкість.

PVD-оксид - використовується через свою хімічної інертності і підвищеної стійкості до формування лунок.

Останній метод є найбільш розповсюдженим, адже покриття на інструмент із швидкорізальної сталі наноситься при відносно низьких температурах.

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.5 Внутрішня подача МОР

В спіральних сверлах з швидкорізальної сталі можуть бути виконані внутрішні канали простої форми, наприклад Y – подібною рис 1.5:

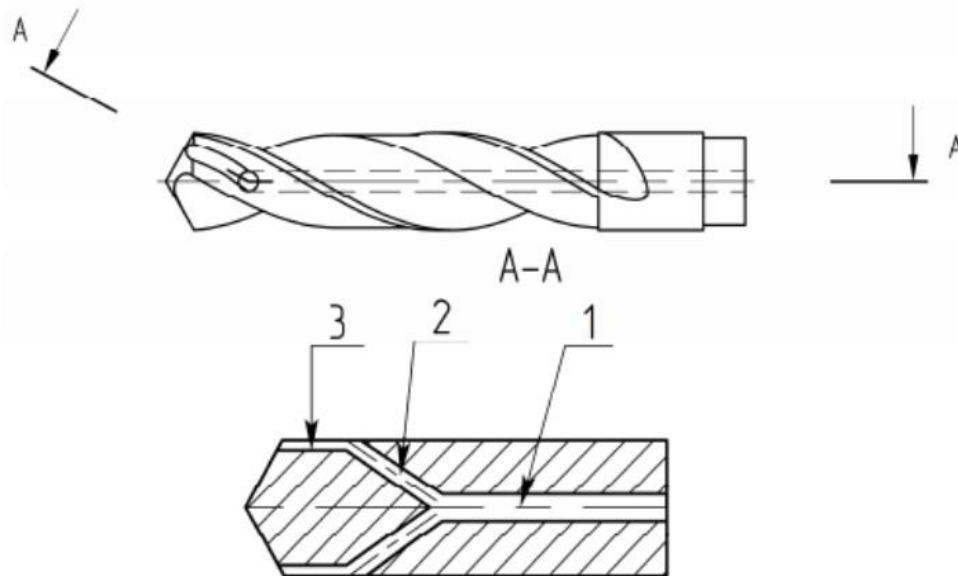


Рисунок 1.5 – Спіральне сверло з Y – подібною каналом подачі МОР:

1 – центральний канал, 2 – розхідні канали, 3 – повздовжні канавки.

Недоліком даної конструкції є відносна низька стійкість сверла, обумовлену невесокою ефективністю охолодження зони різання [16].

Пропоную таку конструкцію підводу МОР покращити і застосувати для розробленої розвертки. За рахунок збільшення кількості каналів для подачі рідини, покращиться стійкість інструменту. Тоді внутрішні канали будуть мати наступний вигляд (рис 1.6).

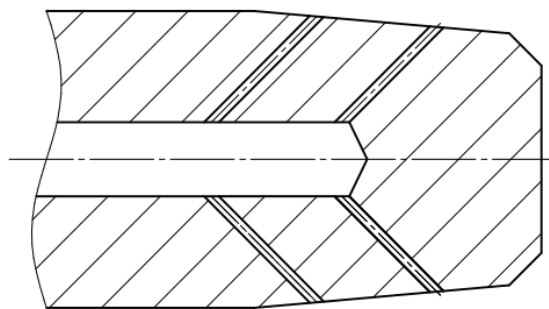


Рисунок 1.6 – Внутрішні канали для подачі МОР

1.6 Аналіз та синтез розвертки з існуючих інструментів

Приклад 1.

Розвертка «Котельна» ГОСТ 18121-72 (рис 1.7):

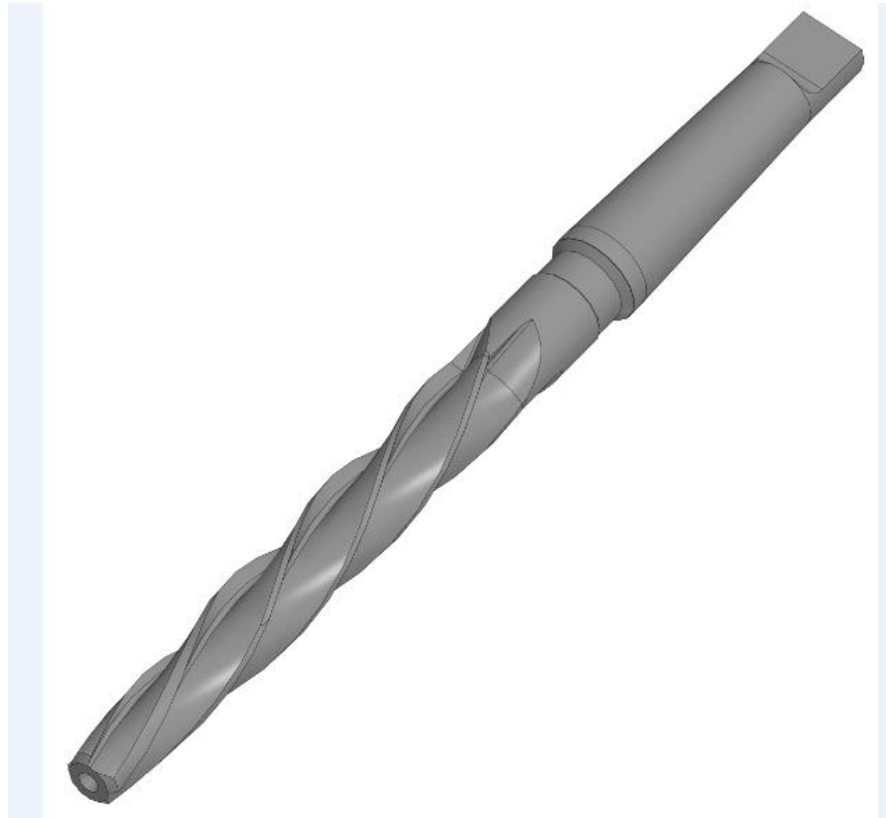


Рисунок 1.7 – Розвертка «Котельна» ГОСТ 18121-72

Розвертка котельна машинна призначена для оброблення отворів в листових матеріалах. Робоча частина таких розверток виконується гвинтовою з лівим направленням стружкових канавок, для того щоб під час обробки інструмент незатягувався, а матеріал не зминався.

Переваги:

- 1.Розвертка має подовжену робочу частину, що покращує «самовстановлення» під час обробки отвору.
- 2.Гвинтові стружкові канавки, використовуються під час обробки тонкостінних деталей і металів, а також при обробці вязких матеріалів.

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Така конструкція канавок застерігає інструмент від зтягування, заїдання і поліпшує вивід стружки під час обробки.

3. Використання швидкорізальної сталі.

4. Простота виготовлення.

Недоліки:

1. Відсутня внутрішня подача МОР.

2. Застаріла конструкція.

З цієї конструкції візьмемо подовжену робочу частину і гвинтові стружкові канавки.

Приклад 2.

Розвертка CoroReamer 835 з напайними пластинами (Рисунок 1.8):



Рисунок 1.8 – Розвертка CoroReamer 835 з напайними пластинами

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сучасна розвертка CoroReamer835 призначення для отримання високої точності, шорсткості і якості обробленого отвору. Напайна конструкція різальної частини знижує сбівартість інструменту. Також внутрішня подача МОР дозволяє працювати при дільших швидкстях і покращується вивід стружки під час обробки.

Переваги:

- 1.Напайні пластини
- 2.Гвинтові канавки
- 3.Внутрішня подача МОР

Недоліки:

- 1.Складність виготовлення
- 2.Коротка робоча частина

З цієї конструкції розвертки візьмемо циліндричний хвостовик.

Приклад 3.

Твердосплавна головка для розвертання CoroReamer 830 (Рис 1.9)

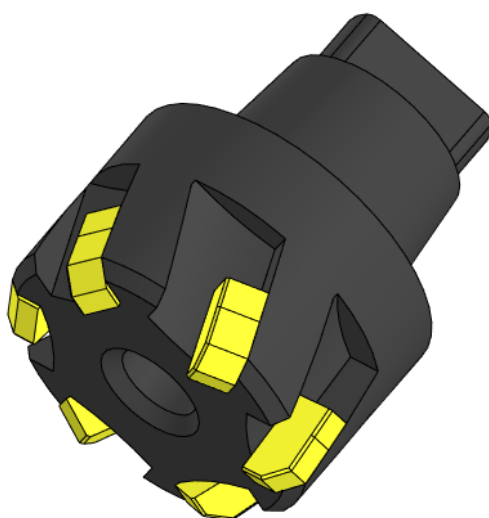


Рисунок 1.9 – Твердосплавна головка для розвертання CoroReamer 830

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Твердосплавна головка для розвертання, а також інші збірні розвертки зазвичай використовуються для обробки отворів великих діаметрів. Їхня конструкція складається з насадного елемента різання і додаткової державки куди встановлюється цей елемент.

Переваги:

- 1.Напайні пластини
- 2.Внутрішня подача МОР

Недоліки:

- 1.Небхідність додаткового пристосування для обробки і кріплення розвертки
 - 2.Складність виготовлення
 - 3.Коротка різальна частина
- З цієї конструкції візьмемо канали для підводу МОР в зону різання.

Отже проаналізувавши різні каталоги, рекомендації які дає література, а також особливості під час обробки тонко стінних деталей, обираємо такі конструктивні елементи розвертки які заносимо до табл 1.2.

Таблиця 1.2 – Підсумкова таблиця обраних параметрів

Робоча частина	Довжина 70мм
Діаметр калібруючої частини	Ø20h6
Кількість зубів	$z = 4$
Стружкові канавки	Гвинтові
Направлення канавок	Ліві
Кут нахилу канавок	$\omega = 25^\circ$

Продовження таблиці - 1.2	
Кут нахилу різальної частини	$\varphi = 15^\circ$
Хвостовик розвертки	Циліндричний, довжиною 60мм
Матеріал розвертки	Швидко різальна сталь марки P6M5
Спосіб покращення поверхні	PVD
Подача МОР	Внутрішня

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 РОБОЧИЙ КРЕСЛЕНИК РОЗВЕРТКИ ТА ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

2.1 Процес побудови 3D моделі в середовищі (КОМПАС 3D v18)

Процес побудови 3D моделі інструмента можливо виконати різними методами та способами. Виконання цього завдання напряду залежить від досвіду, кваліфікації та фантазії інженера. Самий інтуїтивний метод, це побудова моделі згідно послідовності виготовлення інструменту за технологічним процесом. Такий метод побудови, «імітує» реальні процеси, що виконуються під час формування різального інструменту. Але так як, цей процес є доволі тривалим і клопітким, пропонуємо спростити його до основних і базових переходів моделювання. Позначимо основні моменти проектування моделі:

Створення моделі різального інструмента в середовищі (КОМПАС 3D v18)

- Побудова робочої частини інструменту
- Створення гвинтової канавки
- Створення виходу шліфувального кола
- Побудова хвостовика інструмента

Для побудови робочої частини інструменту необхідно:

1. Спочатку створюємо ескіз робочої частини
2. Потім робимо обертання навколо осі

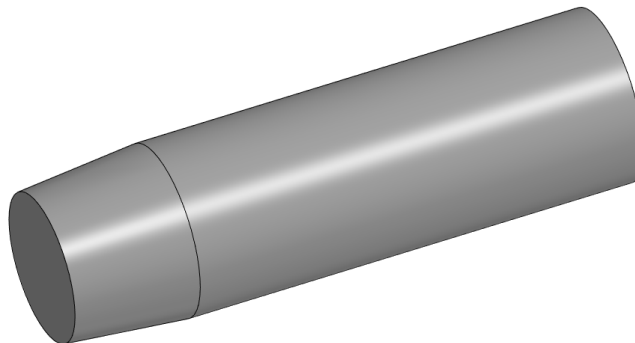


Рисунок 2.1 – Результат для пункту «Побудова робочої частини інструменту»

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для створення гвинтової канавки необхідно:

1. Створити ескіз в торцевій частині майбутнього інструменту
2. Використання елементу «Пружина» в потрібному напрямку осі обертання
3. За допомогою команди «Вирізати за траєкторією» створюємо різальну частину

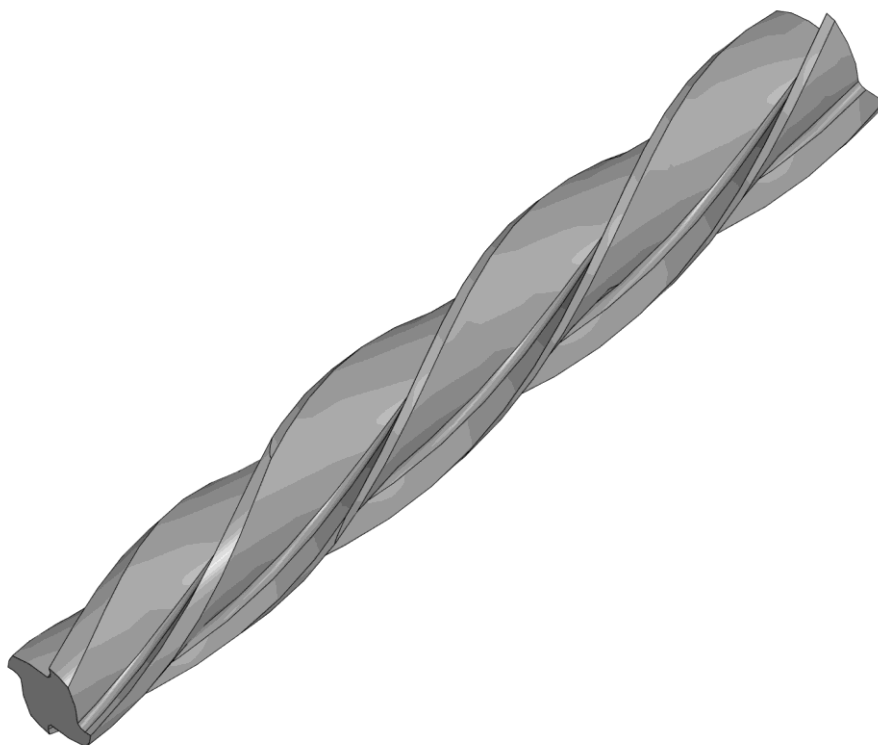


Рисунок 2.2 – Результат для пункту «Створення гвинтової канавки»

Для створення імітації виходу шліфувального кола необхідно:

1. За допомогою команди «Видавлювання» створити циліндричне тіло
2. Зробити проекцію профілю шліфувального кола
3. Створити площину, в якій повинне знаходитись шліфувальне коло
4. В цій площині побудувати траєкторію по якій буде виходити профіль кола з заданими параметрами
5. Наступним кроком буде використання команди «Вирізання по траєкторії»

6. Потім за допомогою команди «Масив» повторити операцію на інших канавках

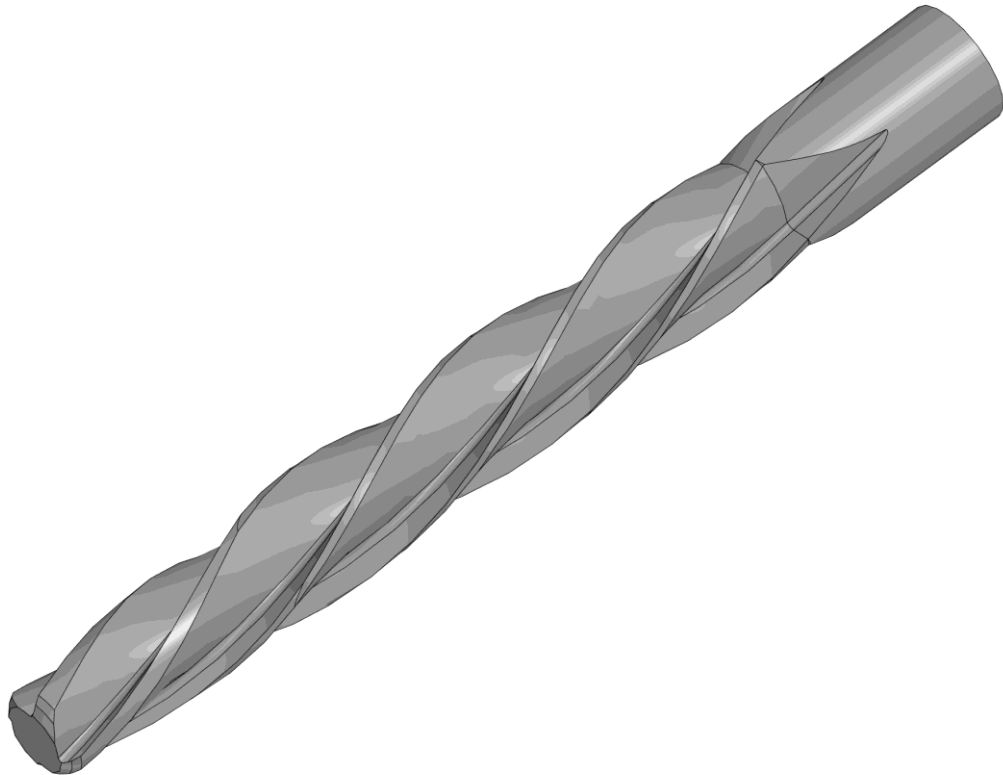


Рисунок 2.3 – Результат для пункту «Створення виходу шліфувального кола»

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для створення хвостовика інструменту необхідно:

1. Створити початковий ескіз хвостовика
2. За допомогою команди «Елемент обертання» створити хвостовик
3. Потім надати хвостовику належного вигляду операціями «Вирі-
зання» «Отвір центровочний» «Фаски» «Скруглення» відповідно
до заданих параметрів



Рисунок 2.4 – Результат для пункту «Створення хвостовика»

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2 Процес побудови робочого креслення

Коли моделювання різального інструменту завершено, можливе проектування робочого креслення з 3Д моделі. За допомогою програми КОМПАС 3D v18. Для цього потрібно створити документ «Креслення» далі вставити види з 3Д моделі спроектованого інструменту, після чого креслення оформити належним чином. Результат на рис 2.5.

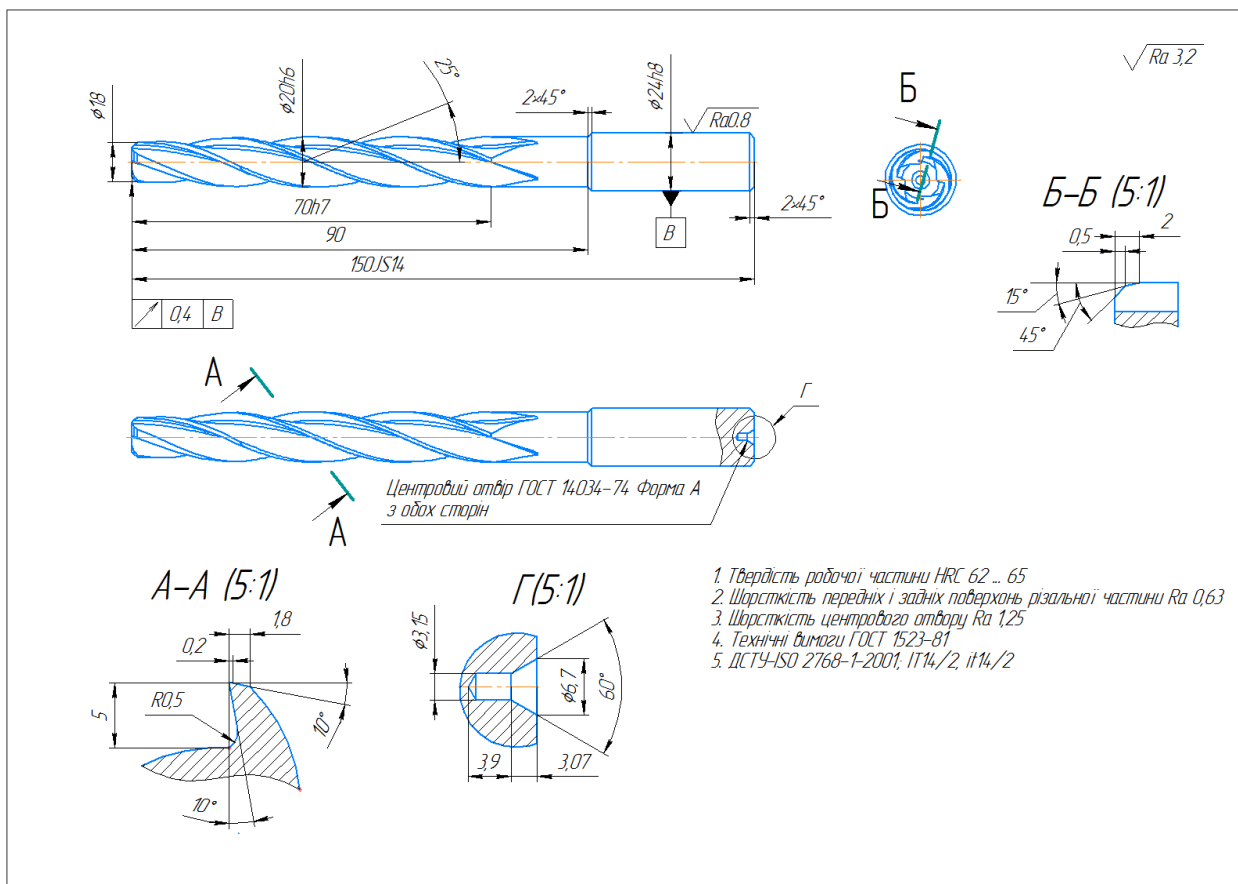


Рисунок. 2.5 – Ескіз розвертки отриманий з 3Д моделі

ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

3 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РОЗВЕРТКИ НА ОСНОВІ ОБРА- НИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ

3.1 Метод отримання заготовок

Важливим і відповідальним етапом підготовки виробництва є вибір за-
готовки, з яких буде виготовлятися інструмент.

Головним завданням цього етапу виробничого процесу є забезпечення
заданої якості готової деталі при її мінімальній собівартості. Ця собівартість
складається з собівартості заготовки і собівартості її обробки до досягнення
встановлених вимог якості деталі, які обумовлені в точній документації. Під
час вибору заготовки враховують програму випуску; типи технологічного
обладнання, яке є в наявності: можливості кооперування з іншими підприєм-
ствами; варіанти використання вихідних матеріалів та інші технічні та еко-
номічні чинники [12].

При виборі заготовки для конкретної деталі призначають метод її
отримання, визначають конфігурацію, розміри, допуски, припуски на оброб-
ку та встановлюють технічні умови її виготовлення. Під час вибору заготовки
необхідно мати на увазі, що ускладнення її конфігурації зменшення повер-
хонь призводять до ускладнення виготовлення і підвищення вартості техно-
логічного оснащення, а отже і вартості самої заготовки. У той же час, змен-
шується трудомісткість і собівартість подальшої механічної обробки, підви-
щується коефіцієнт використання матеріалу. Використання заготовок простої
конфігурації робить їх виготовлення дешевшим, але вони вимагають суттєво-
го підвищення трудомісткості їх обробки і більших випадків на матеріали
[12].

Виготовлені заготовки піддаються контролю, під час якого перевіря-
ється хімічний склад і механічні властивості матеріалу, його структура, наяв-
ність внутрішніх дефектів, розміри та маса заготовки. Дефекти, що вплива-
ють на міцність та товарний вигляд заготовки, підлягають усуненню [12].

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Поверхні заготовок мають бути чистими. Поверхні, які не піддаються подальшій обробці, не повинні мати відхилень від заданої форми. Зазначені на кресленні заготовки бази для механічної обробки повинні бути чистими і гладкими, без задирок, залишків літників, ливарних і штампувальних ухилів [12].

Отже, проаналізувавши типові деталі і технологічні процесу створення осьового різального інструменту в якості заготовки робочої частини і хвостової обираємо прокат, розміри якого повинні бути більшими на величину припуску на механічну обробку, для досягнення знайдених розмірів різального інструменту.

Сортовий прокат в залежності від геометричної форми розділяють на:

1. Прості сортові
2. Фасонні
3. Періодичні профілі

Прості сортові прокати – це заготовки всіх видів (трубна, осьова і т.д.) і профілі загального призначення (кругла сталь, квадратна, шестигранна, і т.д.)

Обираємо в якості заготовки прокат Ø26 мм.

3.2 Технологічний процес

Розвертка - це осьовий різальний інструмент, отже за основу можна взяти типовий технологічний процес виготовлення осьового інструменту і змінити його під розроблену розвертку.

Базовий технологічний процес виготовлення осьового інструменту[9]:

005. Токарна. Відрізати заготовку для робочої частини

010. Токарна. Відрізати заготовку для хвостової частини

015. Зачистка кінців у робочої частини

020. Зачистка кінців у хвостової частини

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 025. Очистка заготовок на піскоструминному апараті
- 030. Зварювання робочої і хвостової частини
- 035. Відпал
- 040. Обдирання напливу біля зварного шва
- 045. Правка заготовки після зварки
- 050. Підрізання торця хвостової частини
- 055. Свердління і зенкерування центрального отвору на торці хвостовика
- 060. Обточування зовнішнього з боку робочої частини
- 065. Обточування робочої частини по діаметру попереднє і остаточне
- 070. Обточування хвостовика на конус попереднє і остаточне
- 075. Обточування хвостовика під лапку і підрізання торця
- 080. Фрезерування лапки
- 085. Фрезерування спіральних канавок
- 090. Фрезерування спинки зуба
- 095. Термообробка і очищення на піскоструминному апараті
- 100. Полірування спіральних канавок
- 105. Шліфування центрів
- 110. Шліфування хвостовика на конус
- 115. Шліфування робочої частини по діаметру із зворотним конусом
- 120. Заточування різальної кромки
- 125. Контроль і таврування

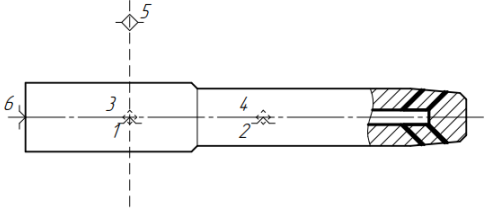
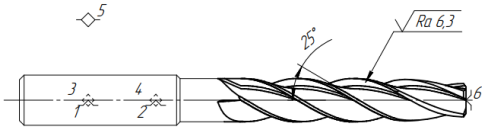

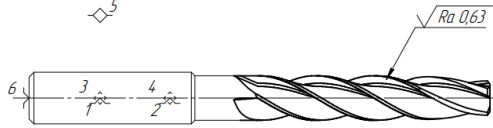
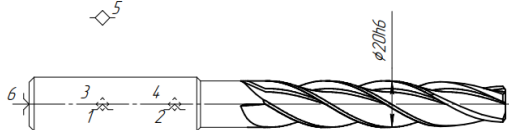
					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

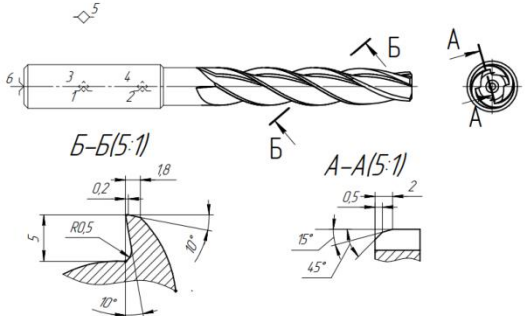
3.3 Розробка технології виготовлення інструменту

Розглянемо технологічний процес виготовлення цільної циліндричної розвертки табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технологічний процес виготовлення цільної циліндричної розвертки

№	Назва операції	Ескіз операції	Верстат та Інструмент	Пристосування
005	Заготівельна. Відрізання Заготовок		Дисковий відрізний верстат Jet MCS-275 Дискова пила за ГОСТ 2679-93	Призматичні лещата за ГОСТ 21168-75
010	Токарна. Торцювання, проточити хвостовик діаметром 24мм, Свердління двох центровочних отвору за ГОСТ 14034		Токарний верстат моделі: TRENS-SE-320 Різець прохідний Sandvik ISCAR PQSNRL/L	Трьохкулачковий самоцентруючий патрон ГОСТ 2675-80
015	Токарна. Торцювати, Обточуємо до діаметру робочої частини 20мм, Точити по контуру,		Токарний верстат моделі: TRENS-SE-320 Різець прохідний Sandvik ISCAR PQSNRL/L	Трьохкулачковий самоцентруючий патрон ГОСТ 2675-80
020	Свердлильна. Свердлити внутрішній отвір діаметром 5мм, на глибину 140мм.		Свердлильний верстат моделі: 2P135Ф2 Свердло Sandvik 861.1-0500-150A1-GMGC34	Призматичні лещата за ГОСТ 21168-75

025	Свердлильна. Свердлити 4 отвору для подачі МОР		Свердильний верс- тат моделі: 2P135Ф2 Свердло Sandvik 861.1-0500-150A1- GMGC34	Призматичні лещата за ГОСТ 21168- 75
030	Фрезерна. Фрезерувати стружкові ка- навки		Фрезерний верстат Zenitech HFM 800 Фреза	Пристосуван ня для фрезерування гвинтових поверхонь
035	Термічна	Режими. Температура: 850-870°C Час витримки: 1-2 години Ізотермічна витримка: 730-750°C Час витримки: 4-6 годин Швидкість охолодження: $\leq 30^\circ\text{C}/\text{год}$		
040	Шліфувальна. Шліфування хвостовика		Круглошліфувальний верстат моделі Jainher JHU- 2706CNC Круг шліфувальний За ГОСТ 2424-83	Повідковий патрон Центра
045	Шліфування стружкових канавок		Спеціальний напівавтомат мод. И-119	Пристосуван ня для шліфування гвинтових поверхонь
050	Шліфування по діаметру		Круглошліфувальний верстат ЗС120В	Цанговий патрон За ГОСТ 17200- 71

055	Заточка Заточка зубів		Універсальний за- точний верстат PP-600F Шліфувальний круг ГОСТ 2424-83	Упорка
060	Перевірка кутів загострення		Маятниковий ку- томір типу ЗУРИ-М (ТУ 2-034-666-82)	
065	Мийка		Автоматична миюча лінія Magido L55/08CM	
070	Нанесення PVD покриття		Універсальна вакуу- мна установка UniCoaT 700	
075	Маркувати		Лазерне маркування за ГОСТ Р 51839.1- 2001 Thunder Laser Nove63	Призматичні лещата за ГОСТ 21168- 75

3.4 Режими різання

3.4.1 Операція 015 «Токарна» (рис 3.1)

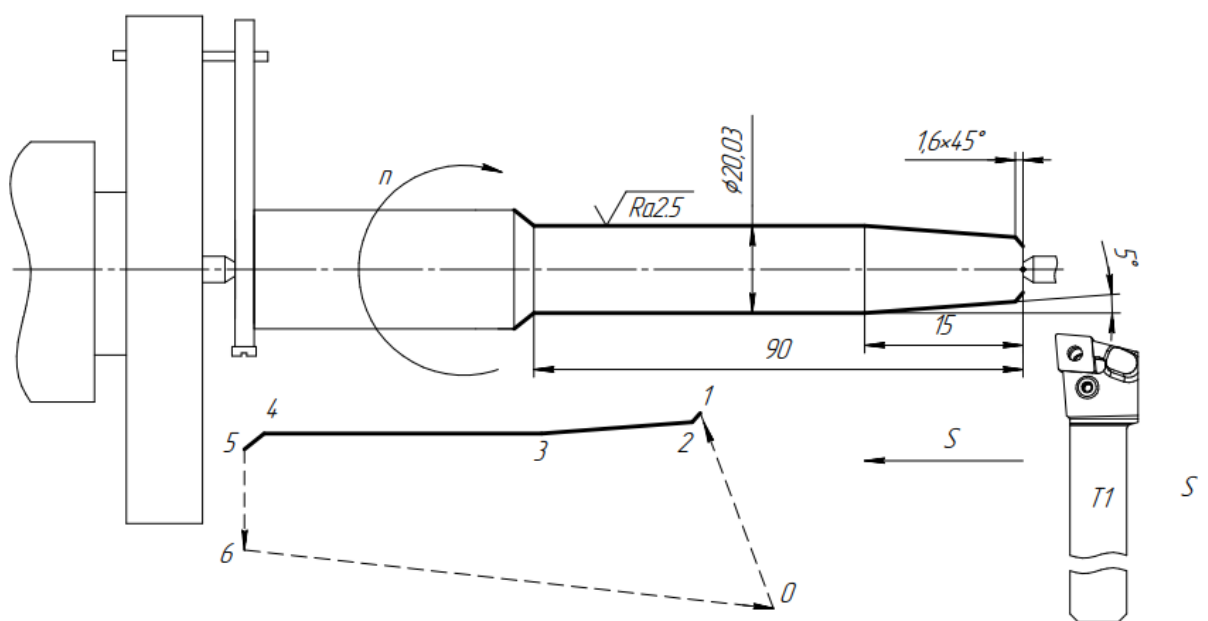


Рисунок 3.1 – Ескіз операції 015 «Токарна»

Перехід T1

Назначаємо глибину різання $t=1,2$ мм

Вибираємо подачу $S=0,45$ мм/об [2]

Розраховуємо швидкість різання

$$V_p = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} k_v = \frac{350}{45^{0.2} * 1.2^{0.15} * 0.45^{0.35}} 1.08 = 252.06 \text{ м/хв.}$$

$$k_v = k_{nv} * k_{pv} * k_{mv} = 1.2 * 0.9 * 1 = 1.08$$

Де $T=45$ – стійкість інструменту, хв. [2]

t - глибина різання, мм

Коефіцієнти та показники степені в формулі різання [2] Табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Коефіцієнти та показники степенів

C_v	x	y	m
350	0,15	0,35	0,2

Розраховуємо швидкість обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 * V_p}{\pi D} = \frac{1000 * 252,06}{3,14 * 26} = 3087 \text{об/хв.}$$

$$n_c = 3100 \text{об/хв}$$

Розраховуємо дійсну швидкість різання

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 * 26 * 3100}{1000} = 253,08 \text{м/хв.}$$

Розраховуємо значення хвилинної подачі

$$S_{\text{хв}} = S * n = 0,45 * 3100 = 1395 \text{мм/хв}$$

Розраховуємо основний час

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{хв}}} = \frac{90}{1395} = 0,06 \text{хв}$$

Перехід T2

Назначаємо глибину різання $t=1,2$ мм

Вибираємо подачу $S=0,45$ мм/об [2]

Розраховуємо швидкість різання

$$V_p = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} k_v = \frac{350}{45^{0,2} * 1,2^{0,15} * 0,45^{0,35}} 1,08 = 252,06 \text{м/хв.}$$

$$k_v = k_{iv} * k_{nv} * k_{mv} = 1,2 * 0,9 * 1 = 1,08$$

Де $T=45$ – стійкість інструменту, хв. [2]

t - глибина різання, мм

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коефіцієнти та показники степені в формулі різання [2] Табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Коефіцієнти та показники степенів в формулі

C_v	χ	γ	m
350	0,15	0,35	0,2

Розраховуємо швидкість обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 * V_p}{\pi D} = \frac{1000 * 252,06}{3,14 * 23,6} = 3401 \text{об/хв.}$$
$$n_c = 3400 \text{об/хв}$$

Розраховуємо дійсну швидкість різання

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 * 23,6 * 3400}{1000} = 251,95 \text{м/хв.}$$

Розраховуємо значення хвилинної подачі

$$S_{\text{хв}} = S * n = 0,45 * 3400 = 1530 \text{мм/хв}$$

Розраховуємо основний час

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{хв}}} = \frac{90}{1530} = 0,058 \text{хв}$$

Перехід ТЗ

Назначаємо глибину різання $t=0,5$ мм

Вибираємо подачу $S=0,2$ мм/об [2]

Розраховуємо швидкість різання

$$V_p = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} k_v = \frac{420}{60^{0,2} * 0,4^{0,15} * 0,2^{0,2}} 1,08 = 316,6 \text{м/хв.}$$
$$k_v = k_{nv} * k_{pv} * k_{mv} = 1,2 * 0,9 * 1 = 1,08$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Де Т – 60 стійкість інструменту, хв. [2]

Коефіцієнти та показники степені в формулі різання [2] табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Коефіцієнти та показники степенів формули

C_v	X	y	m
420	0,15	0,2	0,2

Розраховуємо швидкість обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 * V_p}{\pi D} = \frac{1000 * 316,6}{3,14 * 21,2} = 4756,04 \text{об/хв}$$
$$n_c = 3500 \text{об/хв.}$$

Розраховуємо дійсну швидкість різання

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 * 21,2 * 3500}{1000} = 232,99 \text{м/хв}$$

Розраховуємо значення хвилинної подачі

$$S_{\text{хв}} = S * n = 0,2 * 3500 = 700 \text{мм/хв}$$

Розраховуємо основний час

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{хв}}} = \frac{90}{700} = 0,13 \text{хв}$$

3.4.2 Операція 020 «Свердлильна» (рис 3.2)

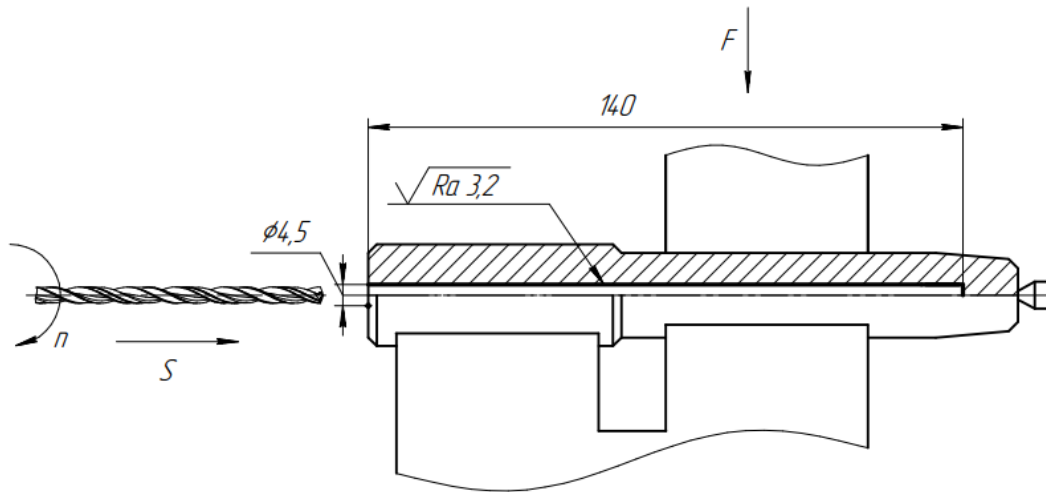


Рисунок 3.2 – Ескіз операції 020 «Свердлильна»

Швидкість різання визначаємо за емпіричною залежністю:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{Z_v}}{T^m \cdot S^{Y_v}},$$

Де C_v - поправочний коефіцієнт, що залежить від якості оброблюваного матеріалу, матеріалу інструмента та умов роботи, $C_v = 5,0$; T - стійкість інструмента в хвилинах машинного часу, $T=200$; D - діаметр отвору після обробки, $D=5$ мм;

S - подача мм/об, $S=0,13$; Z_v, m, Y_v - показники степені, $Z_v = 0,4$; $m = 0,2$; $Y_v = 0,7$.

$$V = \frac{C_v \times D^{Z_v}}{T^m \times S^{Y_v}} = 113 \text{ м/хв.}$$

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = 7000 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n=7000$ об/хв.

$S_{хв}$, подача за хвилину, $S_{хв} = 910$ мм/хв

Основний час T_o на зміну форми й розмірів заготовки знайдемо вже за відомою формулою:

$$T_o = \frac{L_o}{nS} = 9,2 \text{ хв}$$

3.4.3 Операція 030 «Фрезерна» (рис 3.3)

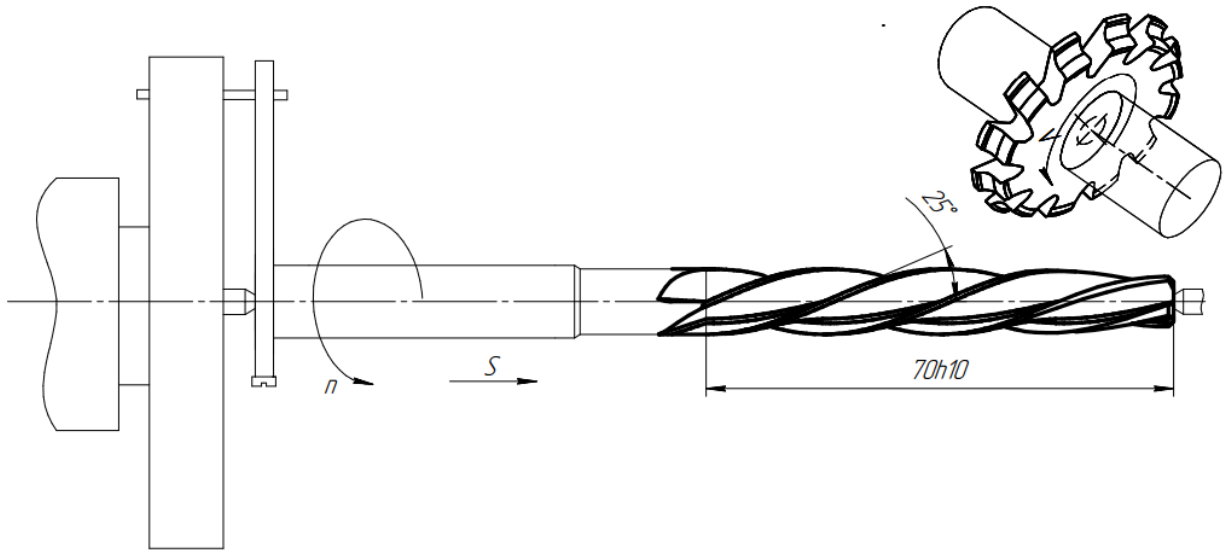


Рисунок 3.3 – Ескіз операції 030 «Фрезерна»

Назначаємо глибину різання $t=4,7\text{мм}$

Вибираємо подачу на зуб $S=0,1\text{ мм/зуб}$ [2]

Розраховуємо подачу на оберт

$$S = S_z * z = 0.1 * 12 = 12\text{мм/об}$$

Розраховуємо швидкість різання

$$V_p = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * z^p} * k_v =$$

$$= \frac{530 * 80^{0.45}}{180^{0.33} * 4.7^{0.3} * 0.1^{0.2} * 12.3^{0.1} * 12^0} * 1.08 = 430.06$$

$$k_v = k_{iv} * k_{pv} * k_{mv} = 1.2 * 0.9 * 1 = 1.08$$

Де $T=180$ – стійкість інструменту, хв. [2]

Коефіцієнти та показники степенів в формулі швидкості фрезерування [2]

Табл. 3.5

Таблиця 3.5 – Коефіцієнти та показники степенів формули

C_v	x	y	u	q	m	p
530	0.3	0.2	0.1	0.45	0.33	0.1

Розраховуємо швидкість обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 * V_p}{\pi D} = \frac{1000 * 43.06}{3,14 * 80} = 3110.34 \text{об/хв.}$$

$$n_c = 3200 \text{об/хв.}$$

Розраховуємо дійсну швидкість різання

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3.14 * 80 * 3200}{1000} = 803.86 \text{м/хв.}$$

Розраховуємо значення хвилинної подачі

$$S_{\text{хв}} = S * n * z = 0.1 * 3200 * 12 = 3840 \text{мм/хв}$$

Розраховуємо основний час

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{хв}}} = \frac{90}{3200} = 0,04 \text{хв}$$

Головна складова сили різання P_z :

$$P_z = \frac{10 * C_p * t^x * S_z^y * B^n * Z}{D^q * n^w} * K_{MP}$$

де C_p , x , y , u , q , w – значення коефіцієнта і показників степенем у формулі сили різання P_z [2]. При фрезеруванні дисковою фасонною фрезою(табл. 3.6)

Таблиця 3.6 – Коефіцієнти та показники степенів формули

C_p	x	y	n	q	w
68	0,9	0,7	1,0	0,9	0

Де, K_{MP} - поправочний коефіцієнт, що враховує якість матеріалу, що оброблюється ;

Z – число зубів; n – частота обертання фрези.

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

Де n – показник степені, $n=0,75$

$$K_{MP} = \left(\frac{750}{750}\right)^{0.75} = 1$$

Отже:

$$P_z = \frac{10 \times 68 \times 5^{0,86} \times 0,1^{0,72} \times 10^{0,1} \times 12}{14^{0,86} \times 200^0} \times 1,08 = 726,7 \text{ Н}$$

Розрахунок сили подачі P_h , Н та радіальну складову P_y , Н:

$$P_h = 1,1 \times P_z = 799,4 : P_y = 0,5 \times P_z = 363,35$$

Знаходимо потужність

$$N_p = \frac{P_z \times V}{60 \times 1020} = \frac{726,7 \times 50,26}{60 \times 1020} = 0,59 \text{ кВт}$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4.4 Операція 040 «Шліфувальна» (рис. 3.4)

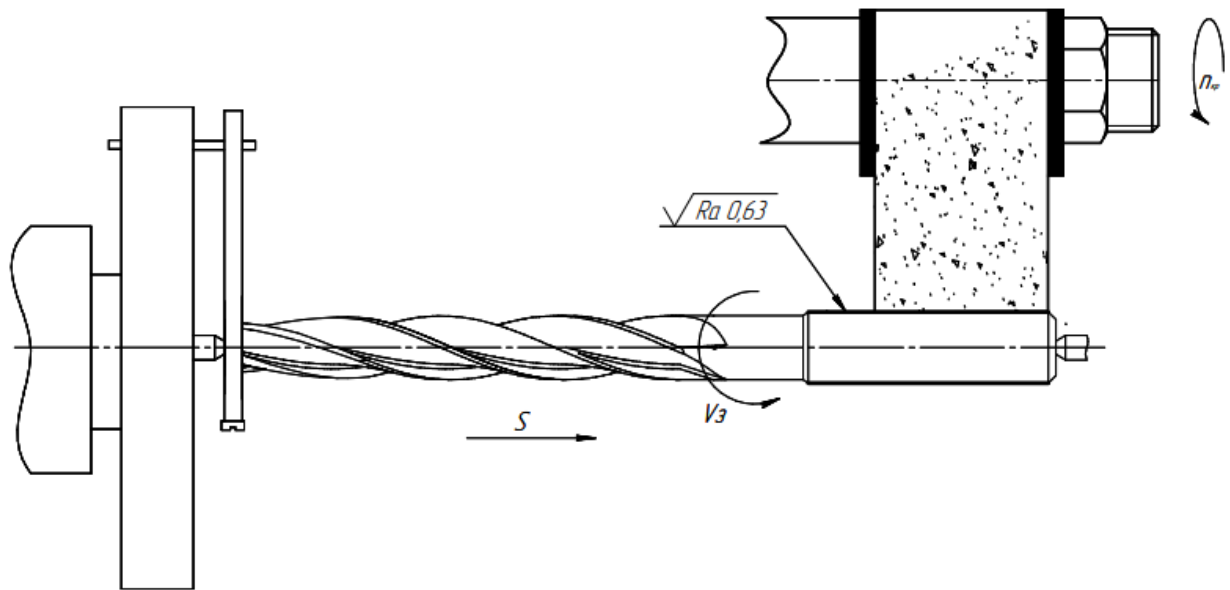


Рисунок 3.4 – Ескіз операції 040 «Шліфувальна»

Поперечна подача, чи глибина шліфування, при круглому зовнішньому шліфуванні приймаємо рівним з рекомендацій та з відношення довжини деталі, $L=60\text{мм}$, що оброблюється, до її діаметру, $d=24\text{мм}$:

Вибираємо поперечну подачу $t=0,006\text{мм}$.

Повздовжню подачу на один оберт оброблюваної деталі розраховуємо за наступною формулою:

$$S = \beta \cdot B,$$

Де B - ширина шліфувального кола, мм; β - коефіцієнт, що визначає долю ширини шліфувального кола, $\beta=0,45$ мм.

$$S = 50 \cdot 0,45 = 22,5$$

Швидкість обертання оброблюваної деталі, м/хв, визначаємо за емпіричною формулою:

$$V_d = \frac{C_v \cdot d^R}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot \beta^{Y_v}},$$

Де C_v - постійна величина, що залежить від оброблюваного матеріалу, характеру кола та виду шліфування, $C_v = 0,24$; d - діаметр оброблюваної поверхні, мм; T - стійкість шліфувального кола, $T = 30$ хв;

t - глибина шліфування, мм;

β - коефіцієнт повздовжньої подачі;

R, m, X_v, Y_v - коефіцієнти показника степені, $R = 0,3, m = 0,5, X_v = 1,0, Y_v = 1,0$.

$$V_d = \frac{0,24 \cdot 24^{0,3}}{30^{0,5} \cdot 0,006^1 \cdot 0,45^1} = 29,095 \text{ м/хв.}$$

Назначаємо хвилину подачу $S_m = 1,5$ мм/об.

Маючи значення $V_d = 29,095$ м/хв, назначаємо швидкість обертання круг

$$V_{kp} = 30 \text{ м/с.}$$

Розраховуємо число оборотів шпинделя, хв^{-1} за наступною формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 29,095}{3,15 \cdot 24} = 1323,7$$

Робимо уточнення за паспортними даними верстату, після чого необхідно визначити фактичну швидкість обертання деталі, м/хв, за прийнятою кількістю обертів шпинделя:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 1350}{1000} = 29,7$$

основний час T_o на зміну форми й розмірів заготовки знайдемо вже за відомою формулою:

$$T_o = \frac{Li}{nS} = \frac{22+3}{1350 \cdot 1,5} = 0,012$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 КОНСТРУКЦІЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ СТРУЖКОВИХ КАНАВОК РОЗВЕРТКИ

4.1 Особливості фрезерування гвинтових канавок

Під час виготовлення різального інструменту виникає питання обробки канавок зубів різної форми, напрямку та положення. Канавки можуть розташовуватись на циліндричній, конічній, плоскій (торцевій) поверхностях. Канавки бувають прямолінійні і гвинтові.

Обробка канавок виконується на фрезерних верстатах за допомогою складних рухів повздовжньої подачі стола верстата і обертанню шпинделю дільної головки.

Для оброблення гвинтових канавок стіл верстата повертають на кут, який дорівнює куту нахилу гвинтової канавки (ω) інструмента. Для отримання правої гвинтової канавки стіл розвертають проти годинникової стрілки, при фрезеруванні лівої канавки рис 4.1 – за годинниковою

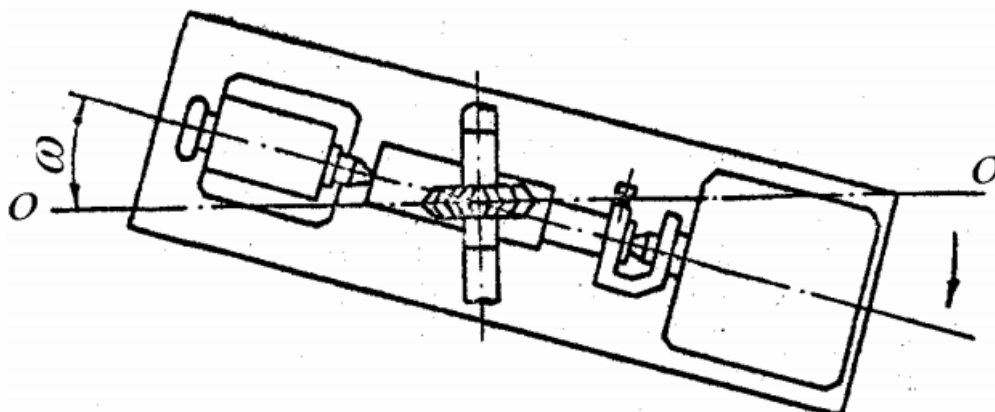


Рисунок. 4.1 – Поворот для отримання лівої канавки

4.2 Ділильна головка та її конструкція

Всі типи універсальних ділильних головок (рис 4.2) незалежно від їх конструкції мають черв'ячну передачу, за допомогою якої повертається шпindel головки. Спереду шпинделя є конічне гніздо, в яку може бути вставлений передній центр. Також на передній частині шпинделя є різьба на яку може кріпитись трьох кулачковий патрон.

Для повороту шпинделя головки, тобто для ділення, служать ділильні диски [10].

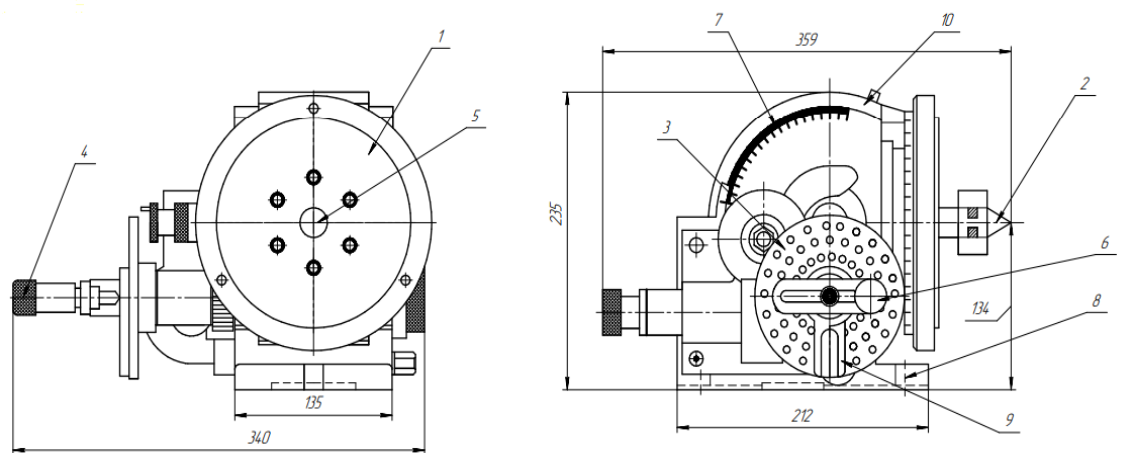


Рисунок. 4.2 – Ділильна головка для верстатів з ЧПК

Конструкція ділильної головки:

1. Переднє ділильне коло; 2. Установочний центр; 3. Бічне ділильне коло;
4. Маховик; 5. Шпindel головки; 6. Ручка повороту; 7. Ділильне табло;
8. Основа ділильної головки; 9. Сектор; 10. Корпус.

4.3 Удосконалення конструкції ділильної головки

Пропоную замість бокового ділильного диска, в конструкцію ділильної головки додати шаговий двигун (Рис 4.3), який буде з'єднуватись з черв'яком за допомогою муфти.

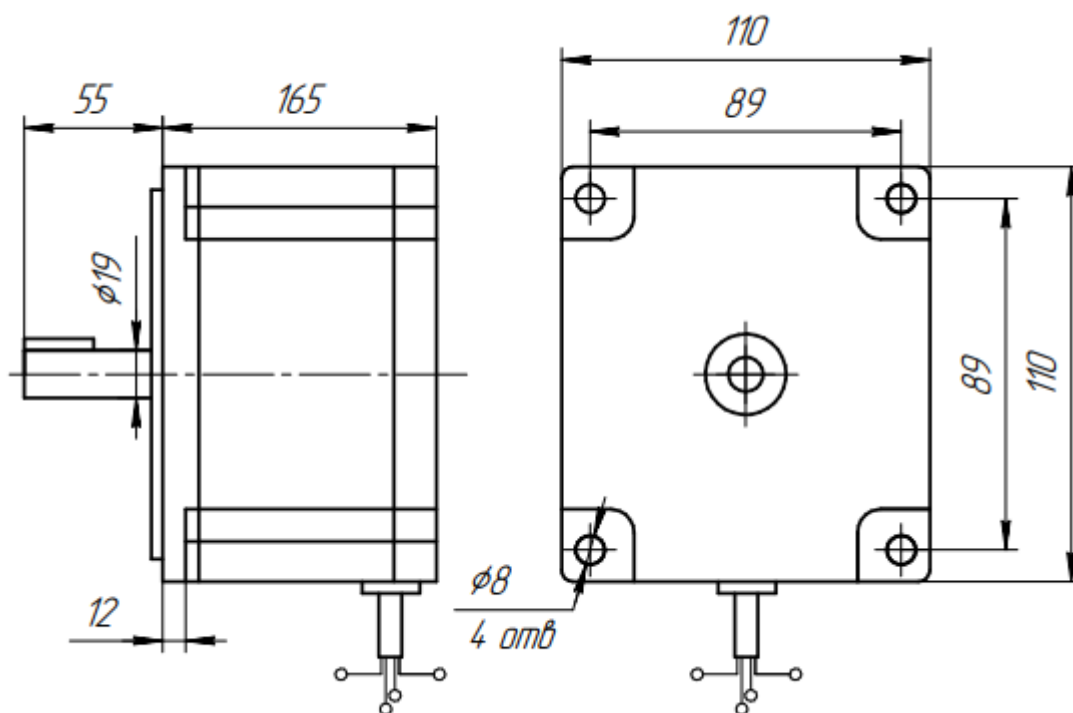


Рисунок 4.3 – Шаговий двигун (CNC NEMA43 43HS8650 6.0A)

Характеристики двигуна:

- 1.Кут шагу – $1,8^\circ$
- 2.Довжина двигуна – 165мм
- 3.Діаметр валу – 19мм
- 4.Кількість виходів – 4
- 5.Момент – 24N.m (244,7кг.см)
- 6.Вага – 9,8кг

Після з'єднання двигуна з муфтою, крутний момент від двигуна буде передаватись через муфту на черв'ячну передачу ділильної головки (рис 4.4).

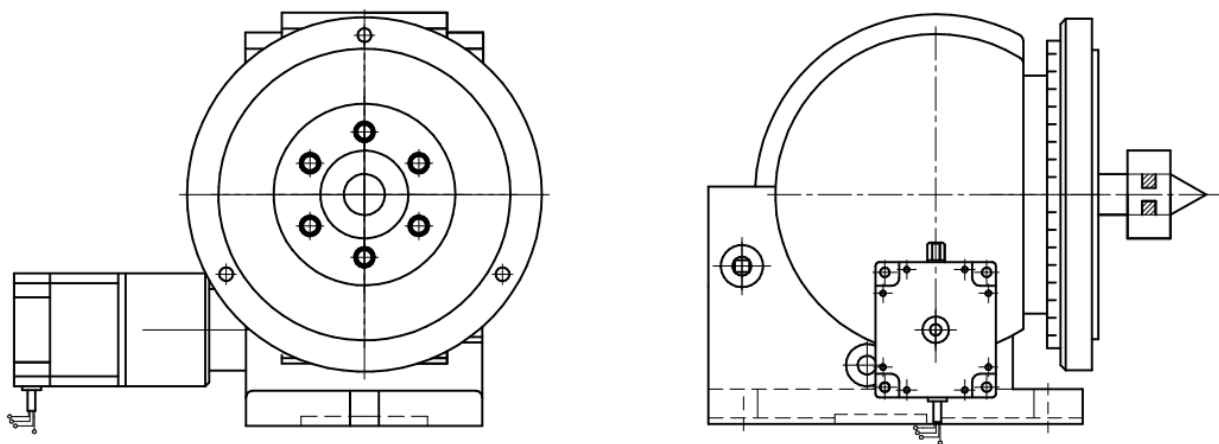


Рисунок 4.4 – Ділильна головка з шаговим двигуном

Отже, модернізація конструкції вплинуло на зменшення необхідних конструктивних елементів, також покращення роботи за рахунок двигуна який можливо запрограмувати на різні умови для роботи.

4.4 Розрахунок повороту

Кут кроку двигуна дорівнює 1.8 градуси.

Передаточне відношення його визначається за формулою:

Якщо ділення відбувається за співвідношенням 1:32:

$$\frac{\text{Крок двигуна}}{\text{Величина ділення}} = \frac{1,8^\circ}{32} = 0,05625^\circ$$

Тобто за один повний оберт двигуна здійснюється поворот черв'ячного колеса на 0,05625 градуси.

Передаточне відношення черв'ячної передачі 1:40, тоді теоретична точність повороту буде:

$$\frac{0,05625}{40} = 0,0014^\circ$$

Якщо ділення відбувається за співвідношенням 1:1

$$\frac{\text{Крок двигуна}}{\text{Величина ділення}} = \frac{1,8^\circ}{1} = 1,8^\circ$$

Тобто за один повний оберт двигуна здійснюється поворот черв'ячного колеса на 1,8 градуси.

Теоретична точність повороту буде:

$$\frac{1,8^\circ}{40} = 0,045^\circ$$

Якщо ділення відбувається за співвідношенням 1:16

$$\frac{\text{Крок двигуна}}{\text{Величина ділення}} = \frac{1,8^\circ}{16} = 0,1125^\circ$$

Тобто за один повний оберт двигуна здійснюється поворот черв'ячного колеса на 0,1125 градуси

Теоретична точність повороту буде:

$$\frac{0,1125^\circ}{40} = 0,0028^\circ$$

Звідси слідує, що чим менше співвідношення передаточного числа між двигуном і черв'ячним колесом, тим більша точність повороту шпинделя ділильної головки.

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 ПОНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЦИЛІНДРИЧНІ РОЗВЕРТКИ

5.1 Поняття зносу та стійкості

В процесі експлуатації розвертки зношуються як по задній і передній поверхням, так і по стрічці (рис 5.1). Чим більший характер зносу, тим менша точність обробленої поверхні, а також підвищується шорсткість поверхні. Тому не рекомендується використовувати розвертки, у яких параметр зносу досяг граничної допустимої величини, щоб уникнути негативного впливу зносу інструмент потрібно переточувати. Орієнтовна величина допустимого зносу по задній поверхні розверток виготовлених з швидкорізальної сталі становить $h_3 = 0,5 \dots 0,6$ мм. Слід також враховувати зношування і затуплення розвертки по діаметру калібруючої частини, для того щоб під час обробки діаметр отвору був більший нижнього граничного відхилення. [2]

Якісна заточка розвертки і підібрані оптимальні геометричні параметри різальної кромки характеризують експлуатаційні властивості розвертки (точність розміру оброблюваного отвору і якість поверхні отвору), а також її стійкості.

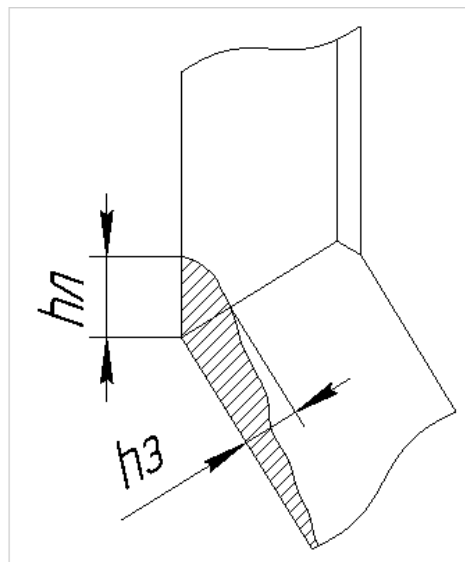


Рисунок 5.1 – Форма зносу різальних кромки при розвертанні:

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

hl – знос стрічки; hз – знос по задній поверхні різальної кромки

Під стійкістю розвертки прийнято розуміти період часу (хв.), протягом якого інструмент може працювати без переточування. Стійкість пов'язана зі швидкістю різання. Чим вище швидкість різання (V), тим нижче стійкість (T) розвертки. Цей зв'язок визначається за формулою [2]:

$$v = \frac{C}{T^m}$$

Де C – коефіцієнт, що враховує властивість оброблюваного матеріалу та умови обробки;

m – показник відносної стійкості, що залежить від матеріалу різального інструменту.

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5.2 Заточка і переточка розвертки

5.2.1 Заточка по передній поверхні.

Передня поверхня розвертки заточується колом тарільчатої форми. Для інструмента з прямими зубами використовується торець кола, а гвинтові зуби заточуються конічною поверхнею кола. Радіальна установка робочої поверхні кола забезпечується спеціальним шаблоном (Рис 5.2).

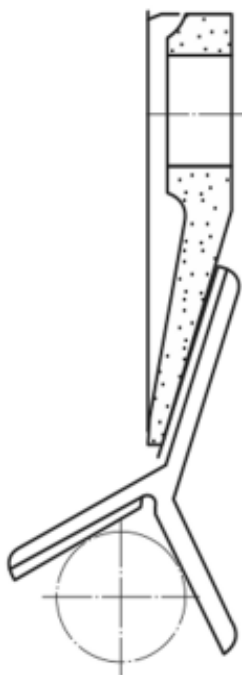


Рисунок 5.2 – Установка шліфувального кола спеціальним шаблоном

5.2.2 Розрахунок переточки

В процесі експлуатації переточку зазвичай роблять тільки по задній поверхні. В таких випадках. Коли перед заточкою має місце значне затуплення задньої поверхні, виконують шліфування «стрічки».

Розрахунок величини сточування за одну переточку розраховується за наступною формулою:

					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$h = \frac{h_3 \cdot \sin(\alpha) + a}{\cos(\alpha + \gamma)} \cdot \cos(\gamma)$$

Де h_3 – величина зношення по задній поверхні

a – додатковий припуск на заточку, $a = 0.1 - 0.2$ мм.

Приклад розрахунку, якщо $h_3 = 0.3$:

$$h = \frac{0.3 \cdot \sin(14^\circ) + 0.1}{\cos(14^\circ + 15^\circ)} \cdot \cos(15^\circ) = 0.191, \text{ мм}$$

5.3 Етапи поновлення працездатності

Якщо виникла необхідність для поновлення працездатності необхідно спочатку розглянути пошкодження. Це можна зробити просто подивившись ушкодження різних ділянок інструменту. Далі будуть наведені схеми основних операцій, що виконуються найчастіше:

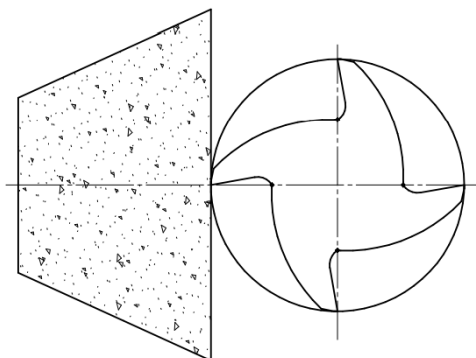


Рисунок 5.3 – Заточка задньої поверхні зуба торцем кола

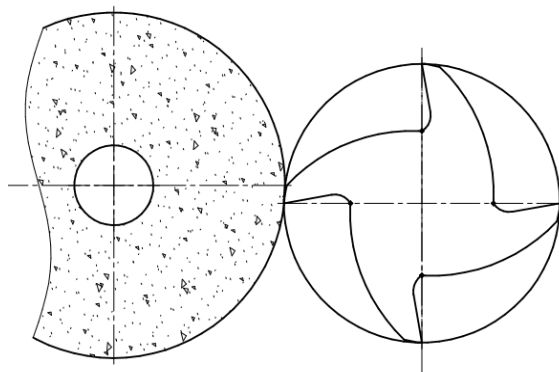


Рисунок 5.4 – Заточка задньої поверхні зуба периферією кола

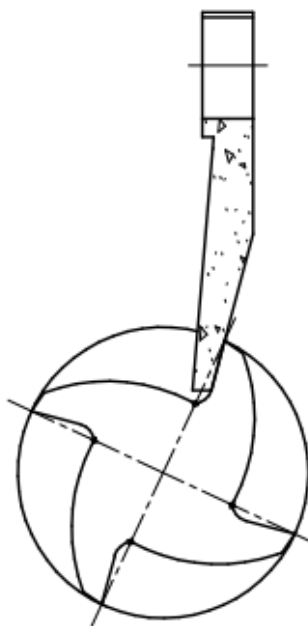


Рисунок 5.5 – Заточка передньої поверхні розвертки

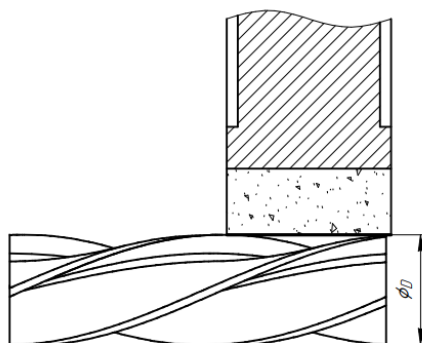


Рисунок 5.6 – Шліфування калібруючої частини

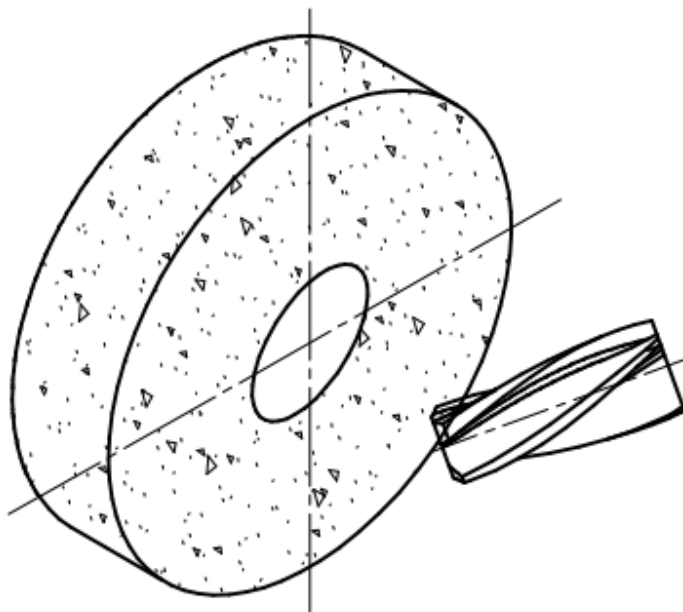


Рисунок 5.6 – Заточка передньої поверхні зуба на торці

З розділу про поновлення працездатності зрозуміло, що головна операція при поновленні – це переточка по задній поверхні.

В дипломному проекті було розроблено розвертку для оброблення отворів в тонкостінних деталях. В результаті проведення аналізу конструктивних елементів, методів покращення поверхневого шару, особливостей обробки тонкостінних деталей, було обрано найбільш оптимальні і ефективні варіанти конструкції. Також була розроблена технологія виготовлення розвертки, з застосуванням сучасного обладнання. Підібрані оптимальні режими різання. Удосконалено ділильний пристрій до більш сучасного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ІНТЕРНЕТ РЕСУРСІВ

- 1- Инструменты для обработки отверстий, методические указания к выполнению лабораторной работы, практических занятий, контрольных работ, курсового и дипломного проектирования,- Гениатулин Агзам Миндыбаевич,- БИЦ Курганского государственного университета. 640020, г. Курган, ул. Советская 63/4 Курганский государственный университет.
- 2- Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. С74 Т. 2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил.
- 3- Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. С74 Т. 1/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656 с., ил.
- 4- Справочник инструментальщика/ И. А. Ординцев, С74 Г. В. Филиппов, А. Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И. А. Ординцева. – Л.: Машиностроение. Ленинград. Отд-ние, 1987. – 846с.: ил.
- 5- Развертки котельные машинные ГОСТ 18121-72
- 6- Технология производства режущего инструмента, М. М. Палей Канд. техн. наук, доц. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы., Москва 1963
- 7- Технология изготовления режущего инструмента, - учебное пособие для лабораторных работ, Б. В. Родионов, - Челябинск Издательство ЮУрУГ , 2007
- 8- Проектирование развёрток, методические указания к курсовому проектированию по курсу «Режущий инструмент» для студентов специальностей 151001, 151002,- Захаров О. В., Царенко М. А.,-Саратовский государственный технический университет,- Саратов, 2008
- 9- Проектирование металлорежущего инструмента, учебное пособие, издание первое,- С. П. Рыков, А. Г. Схиртладзе, В. Л. Хренов.,- Редакционно-

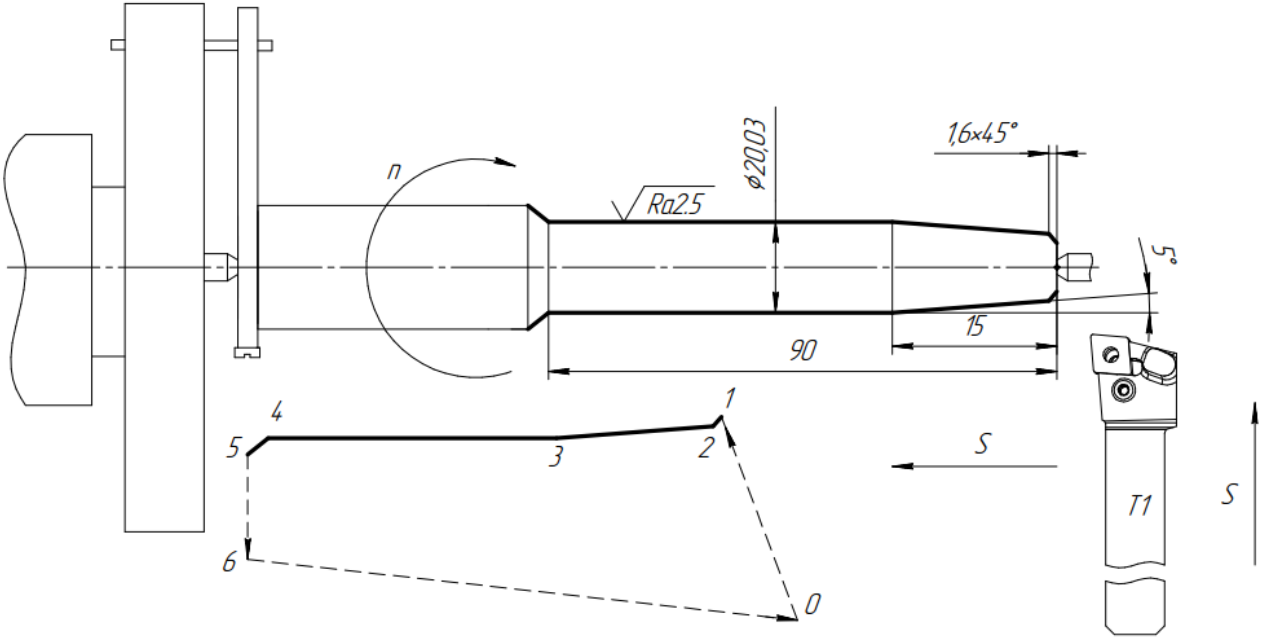
					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

издательский центр Тверского государственного технического университета 170026, Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22

- 10- Приспособления для современных станков с ЧПУ, учебное пособие, - В. Г. Гусев, А. И. Ёлкин, А. В. Морозов, А. А. Фомин, - Издательство Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых 600000, Владимир, ул. Горького, 87.
- 11- Семенченко И.И. Проектирование металлорежущих инструментов / И.И.Семенченко, В.М. Матюшин, Г.Н. Сахаров,. – М.: Машгиз, 1962. – 952 с.
- 12- Методические указания по разделу «Расчет припусков на механическую обработку» по курсу « Основы технологии машиностроения» для студентов специальности / Сост. А.И.Медведев – ©: Белорусский политехнический институт, 1984 - 20 ст

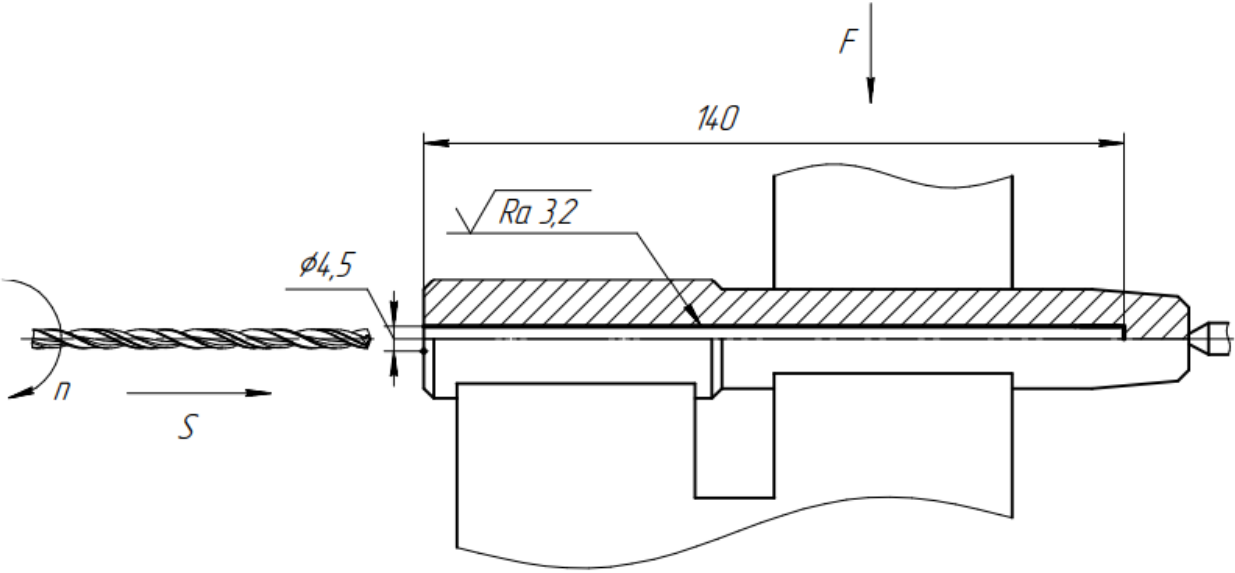
					ДПБ.ММІ.МІ-п5110.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

								Аркуш	Аркушів
								1	1
Розроб.	Семесь			НТУУ «КПІ»					
Перевірів	Джулій								
				Розвертка циліндрична				н	
Н. контр									№оп 015



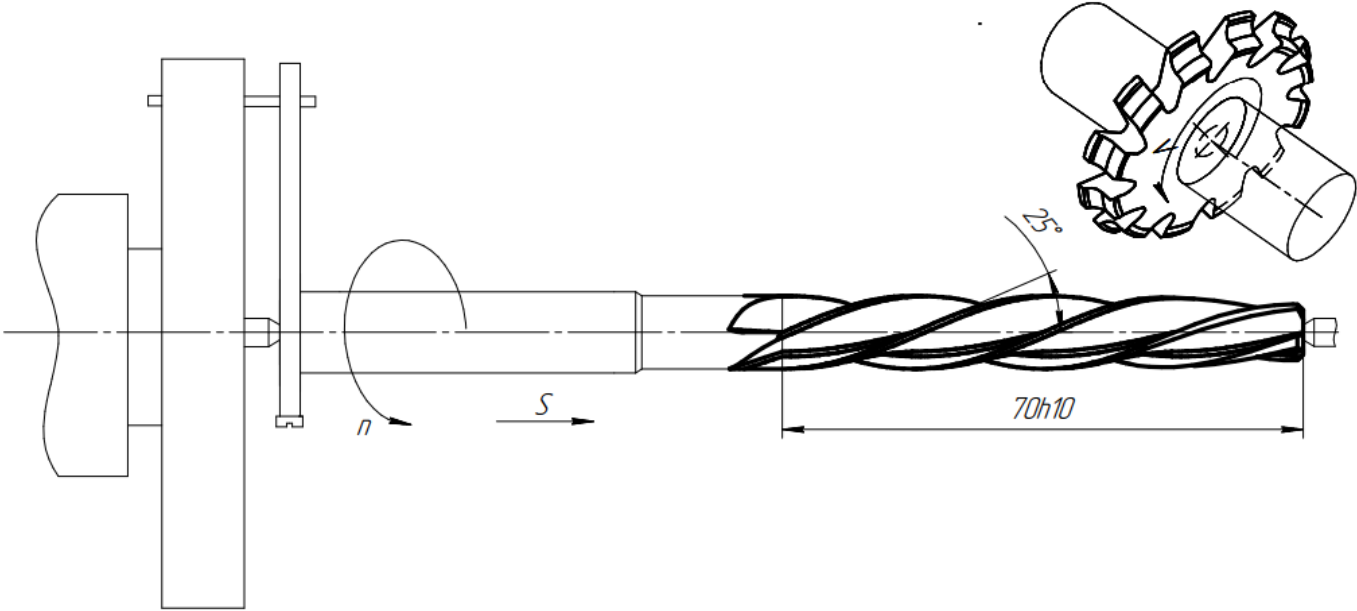
									Аркуш	Аркушів
									1	
Розроб.	Семесь			НТУУ «КПІ»						
Перевірів	Джулій									
Т.контр.				Розвертка						
Н. контр.										
Назва операції		Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	код
Токарна		Р6М5		HRC 62...65	K2					1
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми		T _o	T _o	T _{п.з.}	T _{шт.}	МОР		
TRENS-SE-320		-						Емульсія		
P		ПІ	D або B	L	t	i	s	n	v	
01			мм	мм	мм		мм/од	од/хв	м/хв	
02										
0 03	1. Встановити, закріпити, зняти деталь									
Т 04	Патрон самоцентруючий ГОСТ 2675-80									
05										
0 06	2. Точити фаску начорно витримуючи розміри 1,6x4,5°									
Т 07	Різець Sandvik QS-PCLNL 2020-12C									
Р 08					1,2		0,45	3500	252,77	
0 09	3. Точити поверхню начорно витримуючи розмір 15 і кут 5°			15						
Т 10	Різець Sandvik QS-PCLNL 2020-12C				1,2		0,45	3500	252,77	
Р 11										
0 12	4. Точити поверхню начорно витримуючи розмір Ø20,2		20	75	1,2		0,45	3500	252,77	
Т 13	Різець Sandvik QS-PCLNL 2020-12C									
Р 14										
0 15	5. Точити начисто контур				0,25		0,2	3500	246,17	
Т 16	Різець Sandvik QS-PCLNL 2020-12C									
Р 17										
18										
OK										

								Аркуш	Аркушів
								1	1
Розроб.	Семесь			НТУУ «КПІ»					
Перевірів	Джулій								
				Розвертка циліндрична				н	
Н. контр									№оп 020



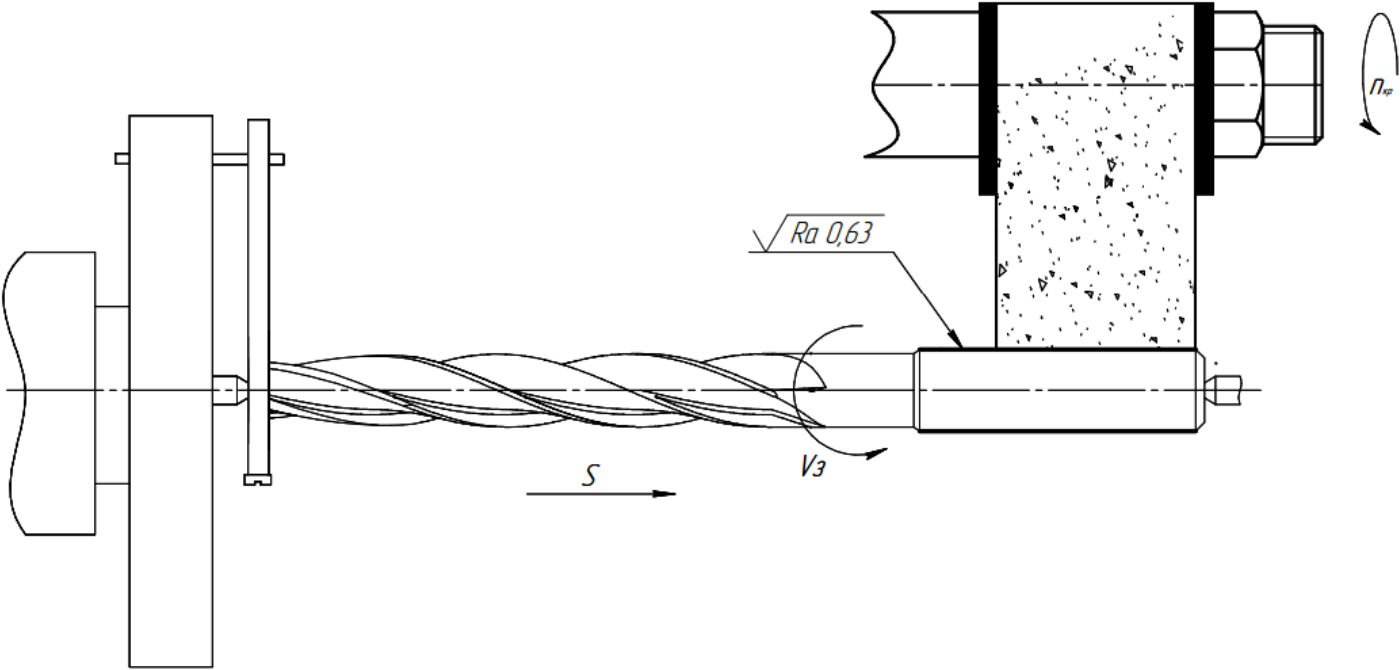
									Аркуш	Аркушів
									1	1
Розроб.	Семесь			НТУУ «КПІ»						
Перевірів	Джулій									
Т.контр.				Розвертка						
Н. контр.										
Назва операції		Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	код
Свердлильна		Р6М5		HRC 62...65						1
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми		T _о	T _д	T _{п.з.}	T _{шт.}		МОР	
TRENS-SE-320		-							Емульсія	
P		ПІ	D або B	L	t	i	s	n	v	
01			мм	мм	мм		мм/зуд	об/хв	м/хв	
02										
0 03	1. Встановити, закріпити, зняти деталь									
T 04	Патрон самоцентруючий ГОСТ 2675-80									
05										
0 06	2. Свердлити отвір Ø4,5 мм на довжину 140мм		4,5	140	2,25		0,13	920,03	13,43	
T 07	Свердло Sandvik 861.1-0500-150A1-GM GC34									
P 08										
09										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
OK										

							Аркуш		Аркушів	
							1		1	
Розроб.	Семесь			НТУУ «КПІ»						
Перевірів	Джулій									
				Розвертка циліндрична			н			№оп
Н. контр									030	



									Аркуш	Аркушів	
									1	1	
Розроб.	Семесь			НТУУ «КПІ»							
Перевірів	Джулій										
Т.контр.				Розвертка							
Н. контр.											
Назва операції		Матеріал			Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	код
Фрезерна		Р6М5			HRC 62...65						1
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми			T _o	T _o	T _{п.з.}	T _{шт.}	МОР		
TRENS-SE-320		-							Емульсія		
P		ПІ	D або B	L	t	i	s	n	v		
01			мм	мм	мм		мм/зуд	од/хв	м/хв		
02											
0 03	1. Встановити, закріпити, зняти деталь										
T 04	Патрон самоцентруючий ГОСТ 2675-80										
05											
0 06	2. Фрезерувати стружкові канавки			70	4,5		0,1	3200	803,86		
T 07	Фреза										
P 08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
OK											

									Аркуш	Аркушів	
									1	1	
Розроб.	Семесь			НТУУ «КПІ»							
Перевірів	Джулій										
				Розвертка циліндрична				н			№оп
Н. контр										040	



									Аркуш	Аркушів	
									1	1	
Розроб.	Семесь			НТУУ «КПІ»							
Перевірів	Джулій										
Т.контр.				Розвертка							
Н. контр.											
Назва операції		Матеріал			Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	код
Шліфувальна		Р6М5			HRC 62...65						1
Обладнання, пристрій ЧПК		Позначення програми			T _о	T _д	T _{п.з.}	T _{шт.}	МОР		
Jainher JHU-2706CNC		-							Емульсія		
Р			ПІ	Д або В	L	t	i	s	vk	vd	
01				мм	мм	мм		мм/од	м/хв	м/хв	
02											
0 03	1. Встановити, закріпити, зняти деталь										
Т 04	Патрон самоцентруючий ГОСТ 2675-80										
05											
0 06	2. Шліфування хвостовика				60	0,1		22,5	30	32	
Т 07	Шліфувальний круг										
Р 08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
OK											

[illegible]

Аналіз та синтез конструкції розвертки

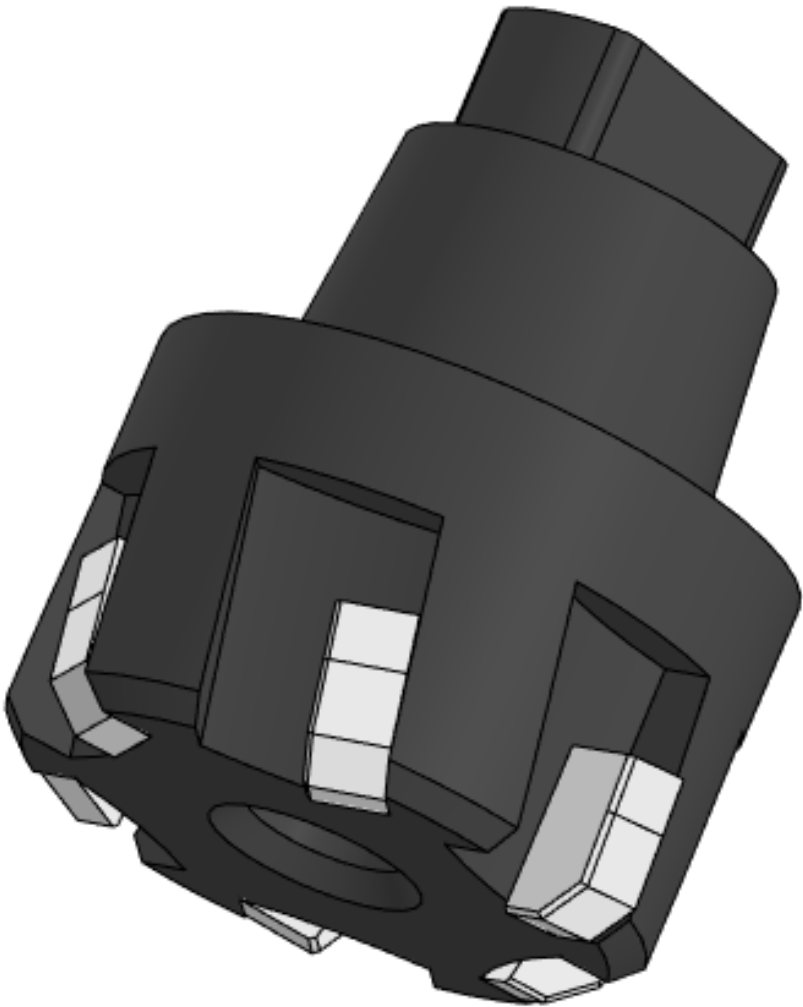
	Котельна розвертка ГОСТ 18121-72	CoroReamer 835	CoroReamer 830	Розроблена розвертка
Гвинтові стружкові канавки	+	+	+	+
Подовжена різальна частина	+	-	-	+
Внутрішня подача МОР	-	+	+	+
Простота конструкції	+	-	-	+
Використання швидкорізальної сталі	+	+	+	+

(Розвертка "Котельна" ГОСТ 18121-72)
+подовжена різальна частина
+гвинтові стружкові канавки
+використання швидкорізальної сталі
+простота в виготовленні
- відсутня внутрішня подача мор
-зварна конструкція



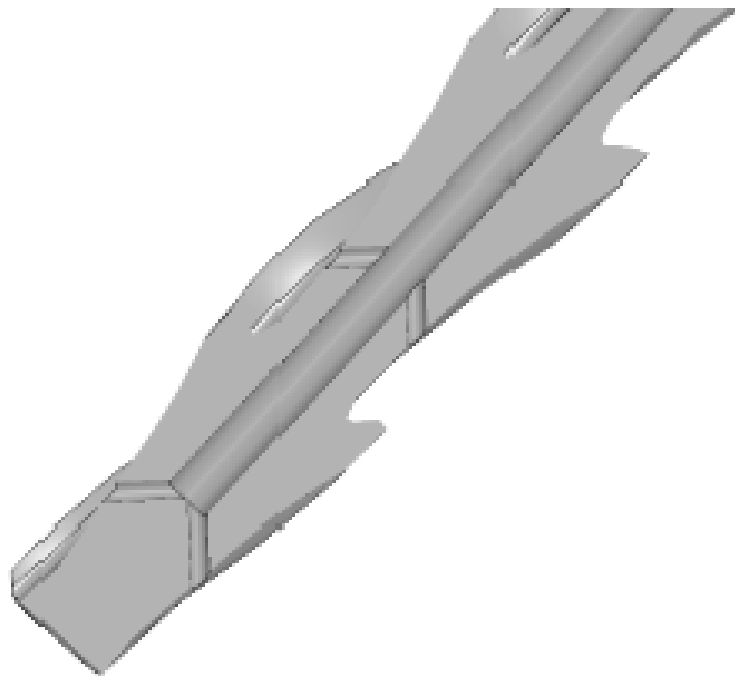
З цієї конструкції візьмемо робочу частину

(Твердосплавна голівка для розвертання
CoroReamer 830)
+напайні пластини
+внутрішня подача МОР
-необхідність додаткового пристосування
-складність виготовлення
-коротка різальна частина



З цієї конструкції візьмемо канали
для підводу МОР в зону різання

Використання покращеної системи
подачі МОР

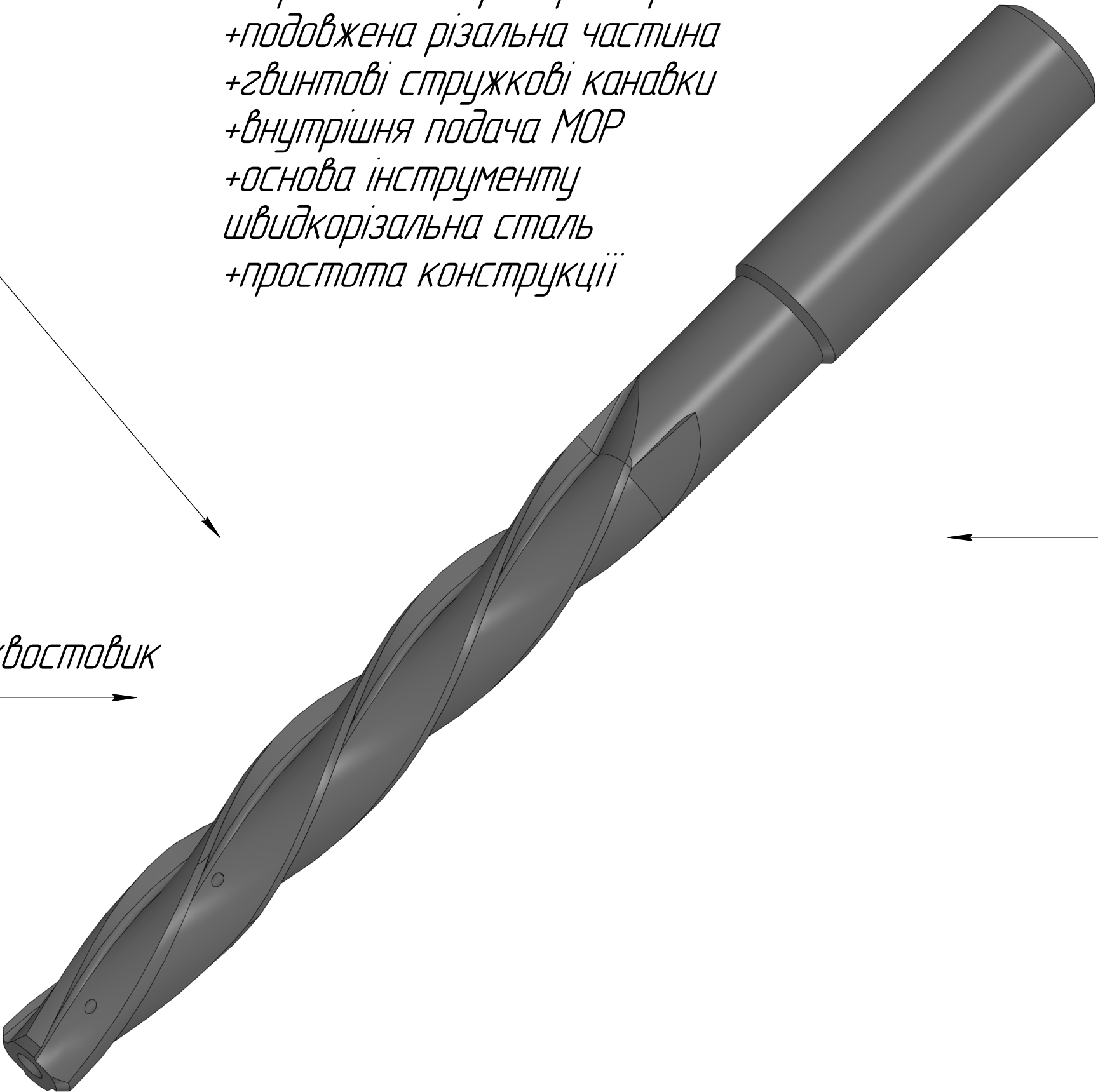


(Розвертка CoroReamer 835
з напайними пластинами)
+напайні пластини
+внутрішня подача МОР
+гвинтові канавки
-складність виготовлення
-коротка різальна частина



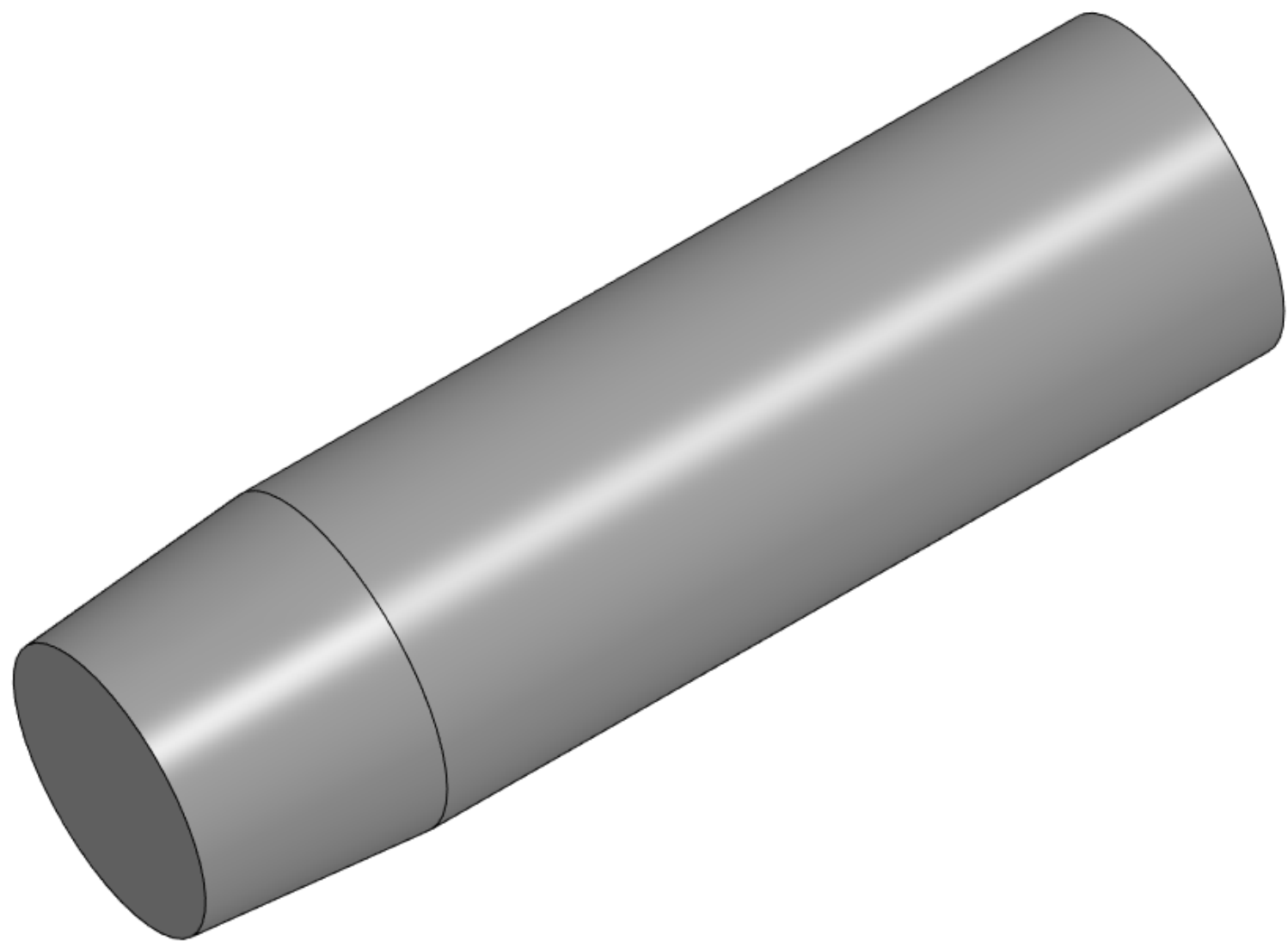
З цієї конструкції візьмемо циліндричний хвостовик

Розроблений варіан розвертки:
+подовжена різальна частина
+гвинтові стружкові канавки
+внутрішня подача МОР
+основа інструменту
швидкорізальна сталь
+простота конструкції

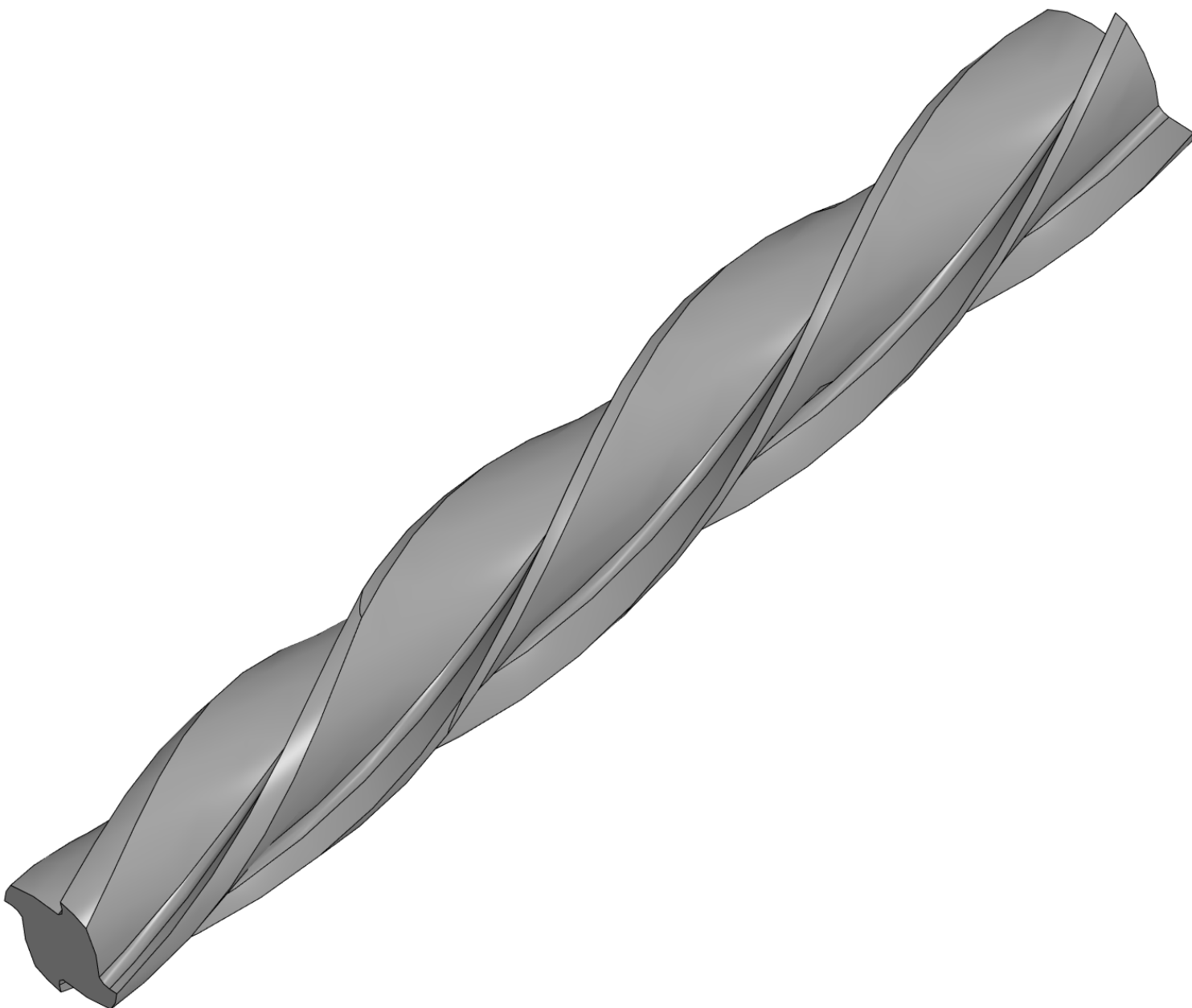


Процес побудови 3Д моделі	
1	Побудова робочої частини інструменту
2	Створення гвинтової канавки
3	Створення виходу шліфувального кола
4	Побудова хвостовика інструменту

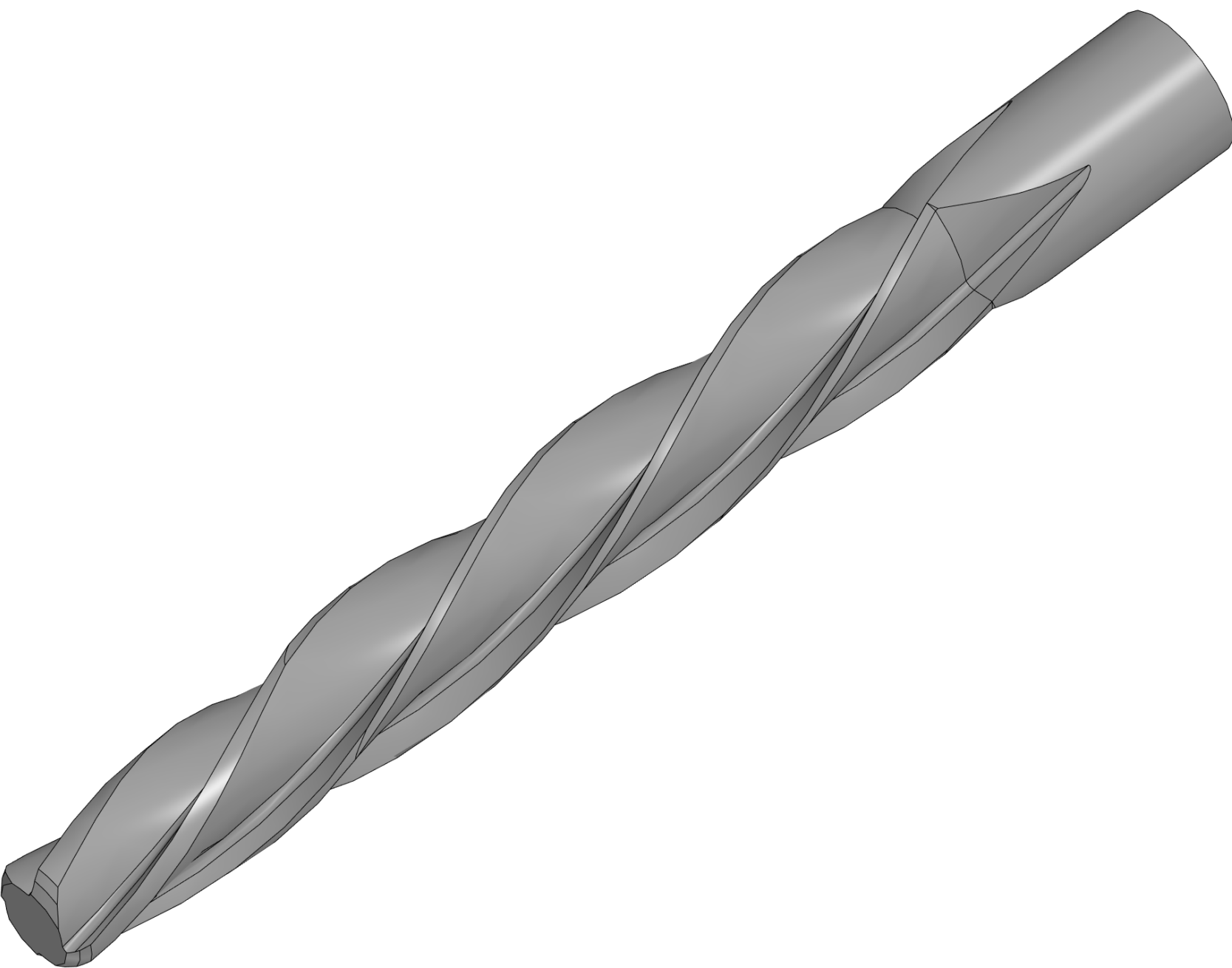
№1 Результат першого пункту



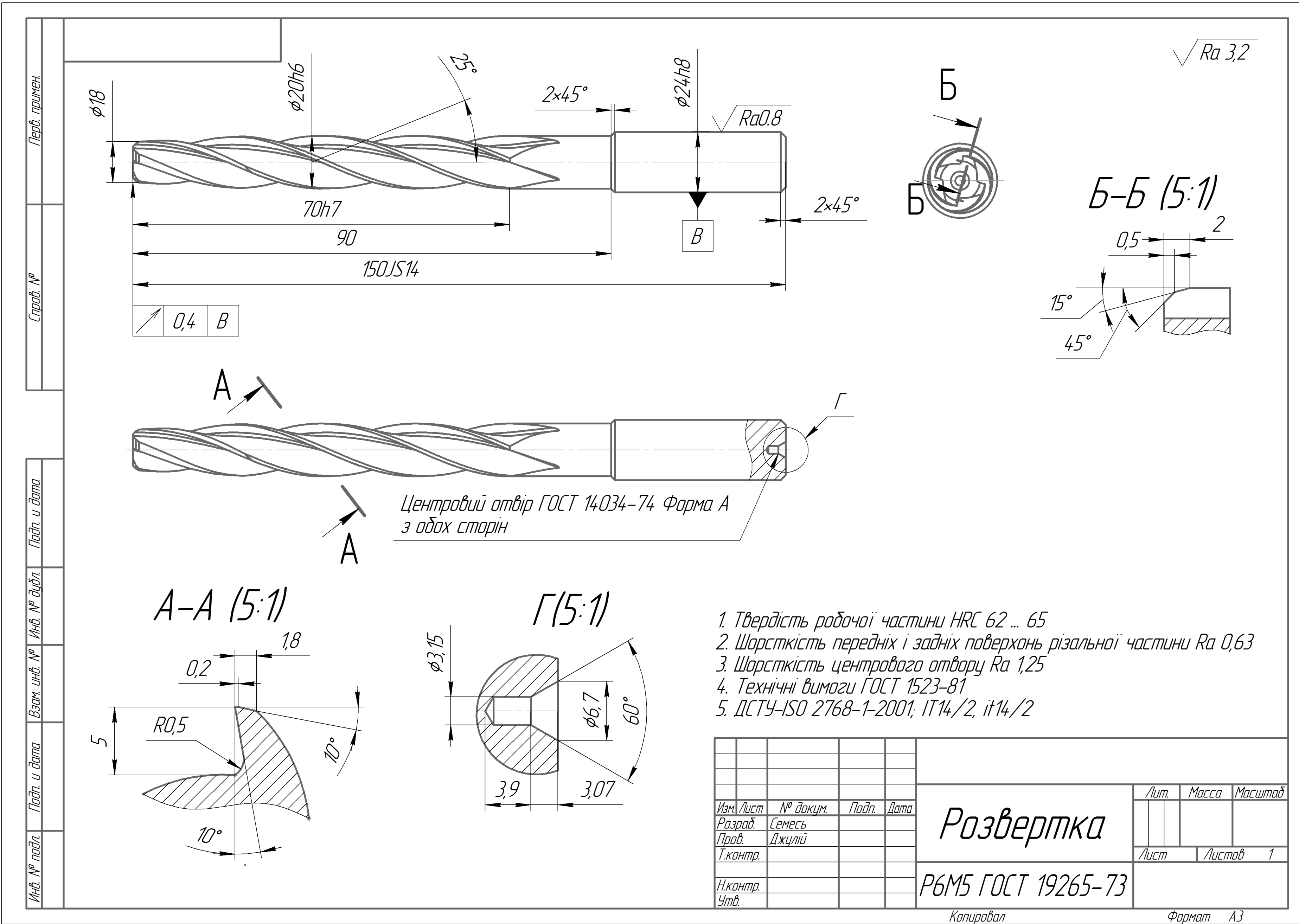
№2 результат другого пункту



№3 Результат третього пункту



№4 Результат четвертого пункту.
Завершена модель розвертки



Перш. примен.

Стор. №

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инф. № подл.

№	Найменування операції	Верстат	Ріжучий інструмент	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	п, об/хв	T, хв
015	(Т1).Точіння робочої поверхні попереднє і остаточне	Токарний верстат моделі TRENS-SE-320	Різець з призматичною державкою Sandvik QS-PCLNL 2020-12C	1,2	0,45	253,08	3100	0,06
				1,2	0,45	251,95	3400	0,058
				0,5	0,2	232,99	3500	0,13

Изм./Лист

Разраб.

Проб.

Т.контр.

Н.контр.

Утв.

№ докум.

Семесь

Джупий

Подп.

Дата

Графічне зображення технологічної операції

Лист

Масштаб

Масса

Листов

1

1:1

Копировал

Формат А3

Перш. примен.

Стор. №

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инф. № подл.

№	Найменування операції	Верстат	Різальний інструмент	t,мм	S, мм/об	Vкр, м/с	Sхв, мм/хв	Tа, хв
020	Свердлильна	Токарний верстат моделі TRENS-SE-320	Свердло Sandvik 8611-0500-150A1-6M GC34	2,25	0,13	133	910	9,2

Изм./Лист

Разраб.

Проб.

Т.контр.

Н.контр.

Утв.

№ докум.

Семесь

Джупий

Подп.

Дата

Графічне зображення технологічного процесу

Лист

Масштаб

Масса

Листов

1

1:1

Копировал

Формат А3

Перш. примен.

Стор. №

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инф. № подл.

№	Найменування операції	Верстат	Різальний інструмент	t, мм	Sz, мм/зуб	Sоб, мм/об	Sхв, мм/хв	V, м/хв	п, об/хв	T, хв
030	Фрезерна фрезерувати стружкові канавки	Фрезерний верстат Zenitech HF1 800	Фреза	4,7	0,1	1,2	3840	803,86	3200	0,04

Изм./Лист

Разраб.

Проб.

Т.контр.

Н.контр.

Утв.

№ докум.

Семесь

Джупий

Подп.

Дата

Графічне зображення технологічної операції

Лист

Масштаб

Масса

Листов

1

1:1

Копировал

Формат А3

Перш. примен.

Стор. №

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инф. № подл.

№	Найменування операції	Верстат	Різальний інструмент	t,мм	Sт, мм/об	Vкр, м/с	Vд, м/хв	Tа, хв
040	Шліфування хвостовика	Круглошліфувальний верстат моделі Japher JHU-2706CNC	Шліфувальни круг	0,1	22,5	30	32	0,275

Изм./Лист

Разраб.

Проб.

Т.контр.

Н.контр.

Утв.

№ докум.

Семесь

Джупий

Подп.

Дата

Графічне зображення технологічного процесу

Лист

Масштаб

Масса

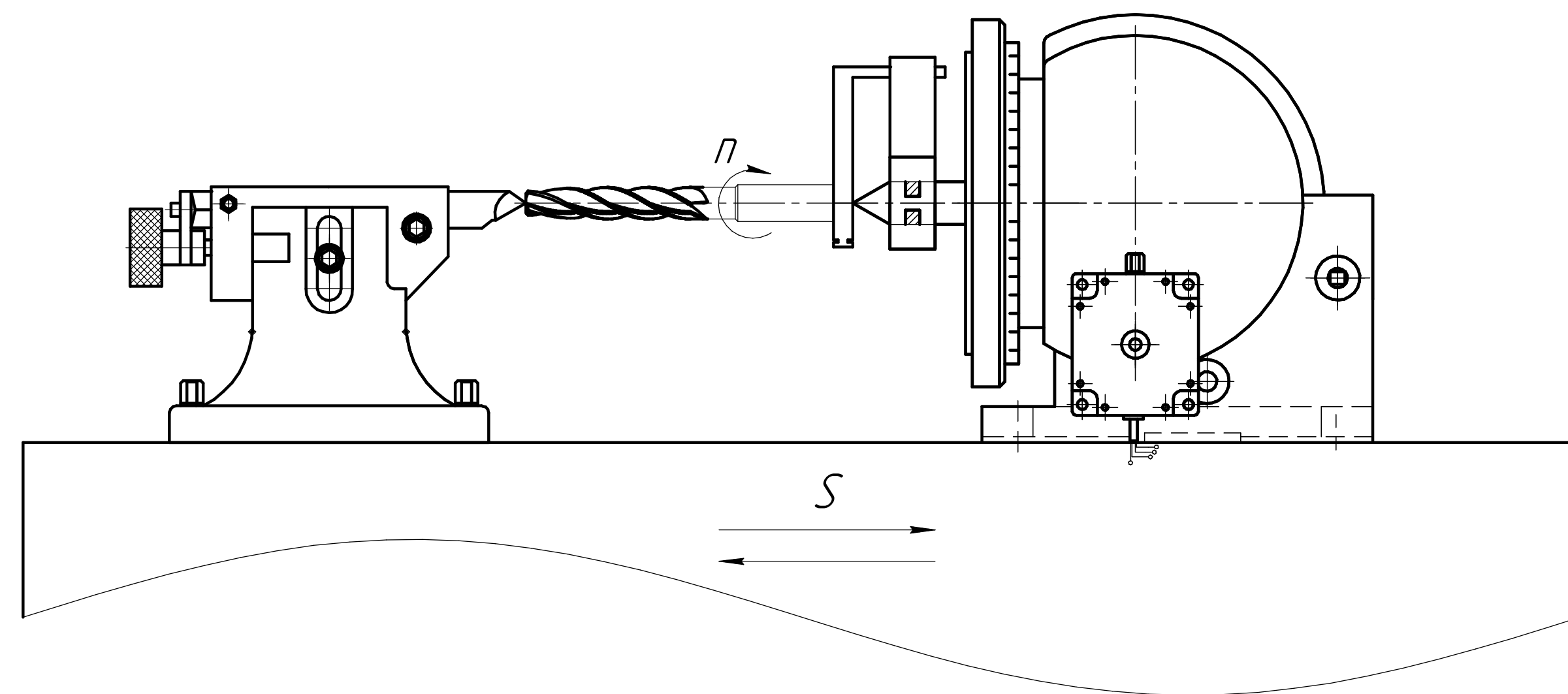
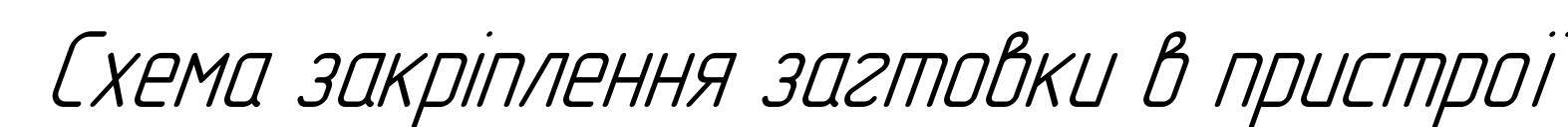
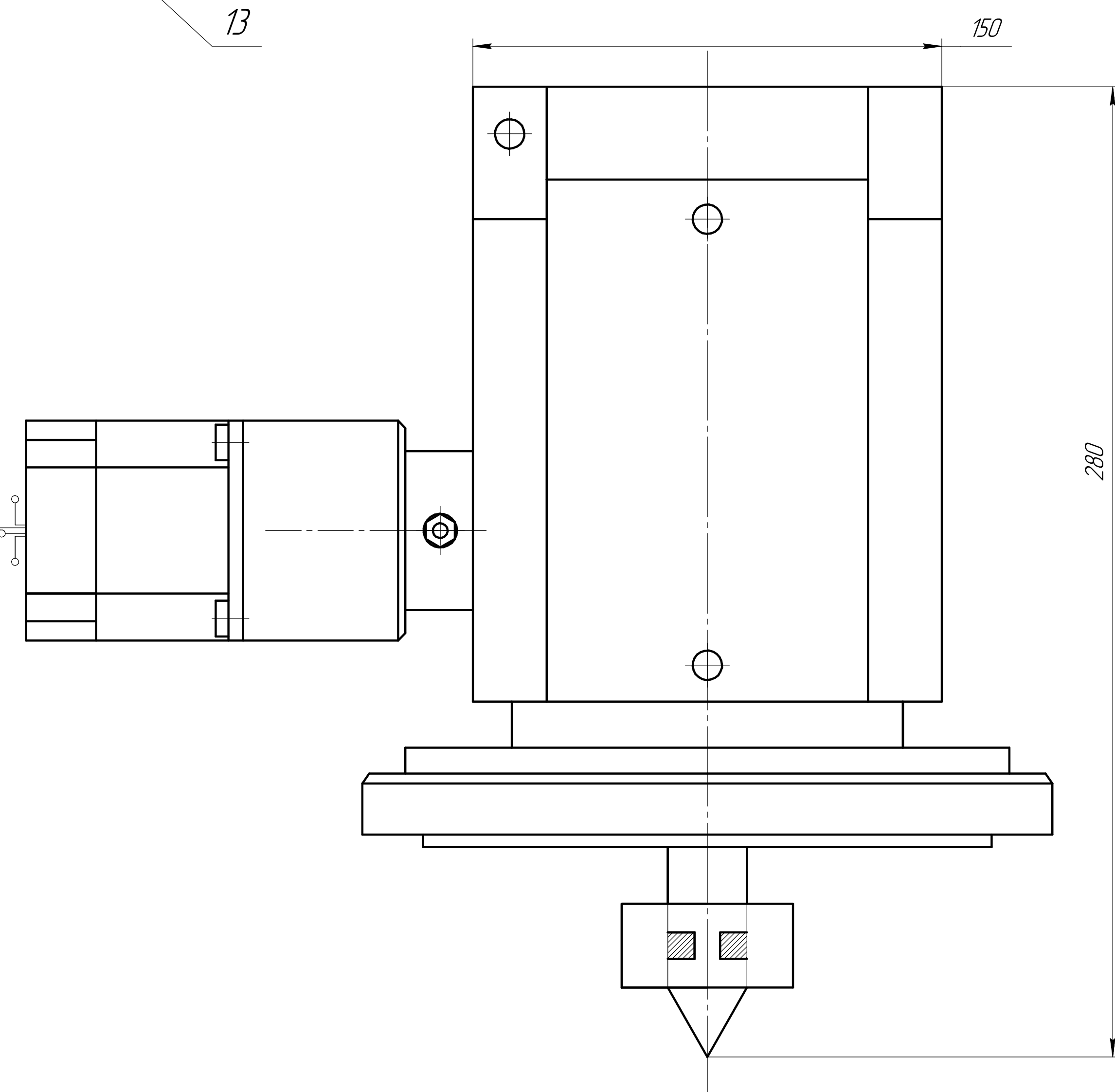
Листов

1

1:1

Копировал

Формат А3



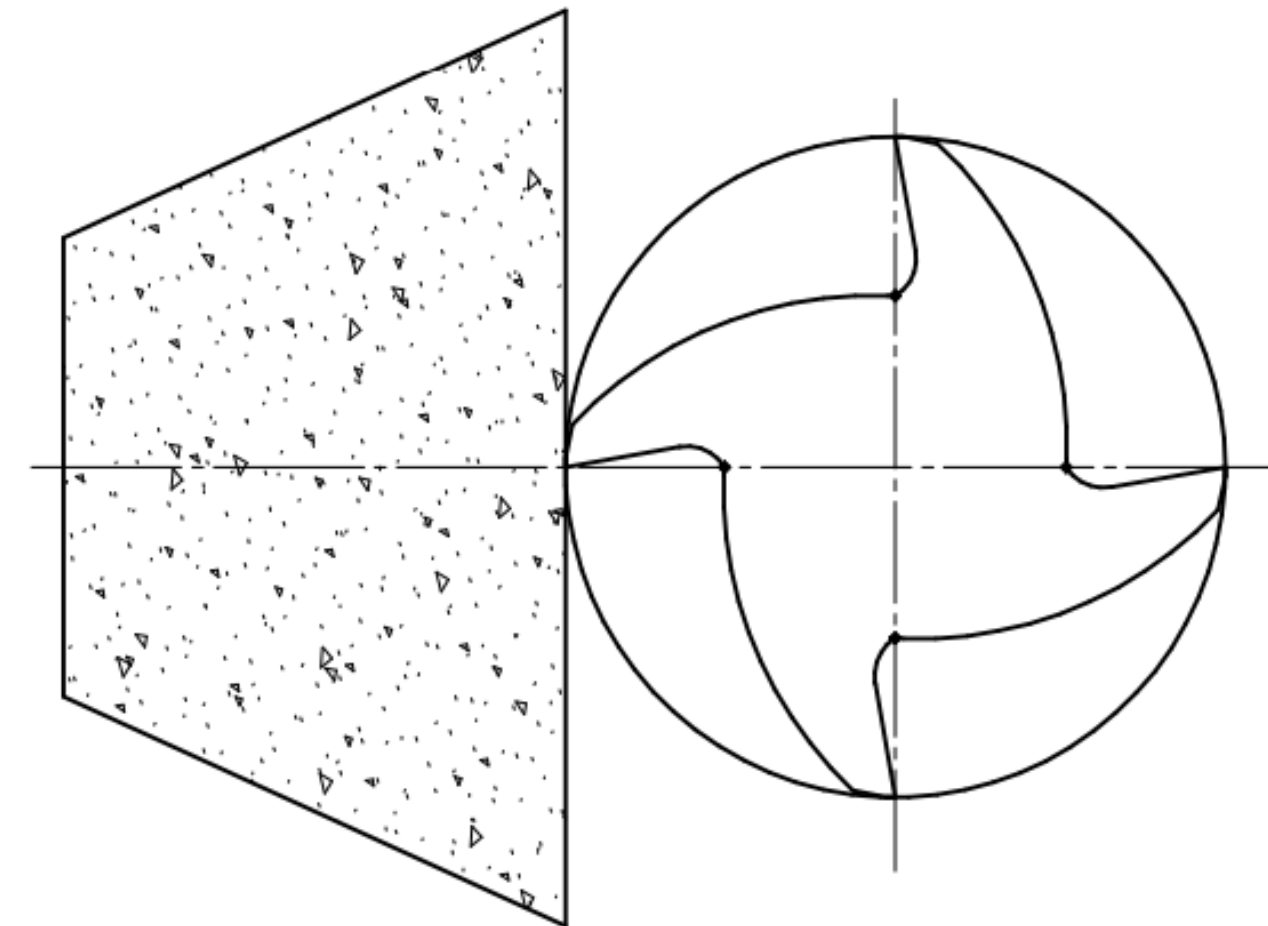
- 1 Забезпечити змашування з інтервалом у часі не менше ніж 1 раз на робочу зміну
- 2 Допуск на паралельність шпінделя відносно основи 0,2мм
- 3 Передаточне відношення черв'ячної передачі ділильної головки 140
- 4 На робочих і інших поверхностях не повинно бути тріщин, корозій, раковин, заусенців і інших дефектів.

[illegible]

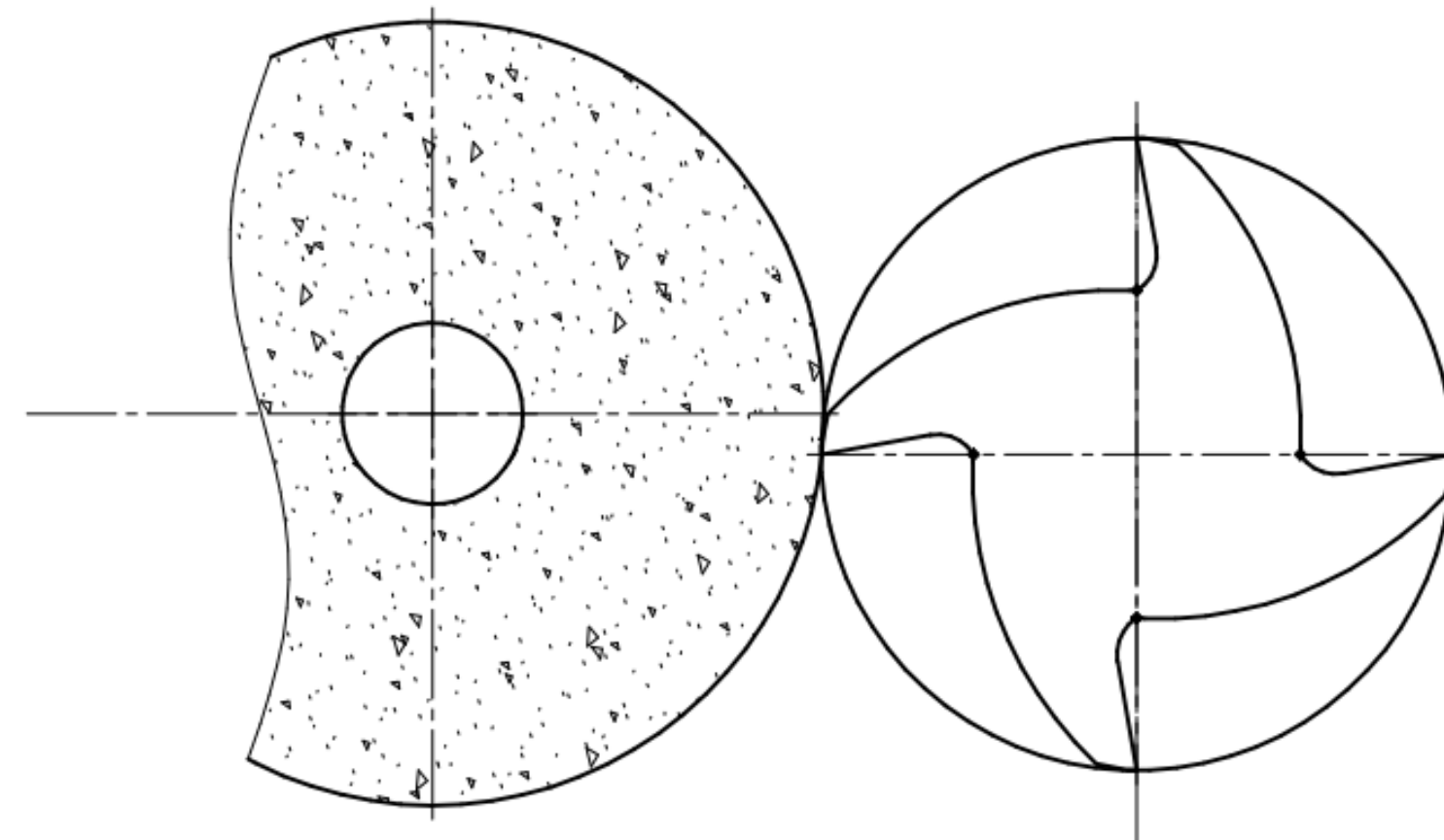
Поновлення працездатності циліндричної розвертки

Операції, що можуть використовуватись при перезаточуванні

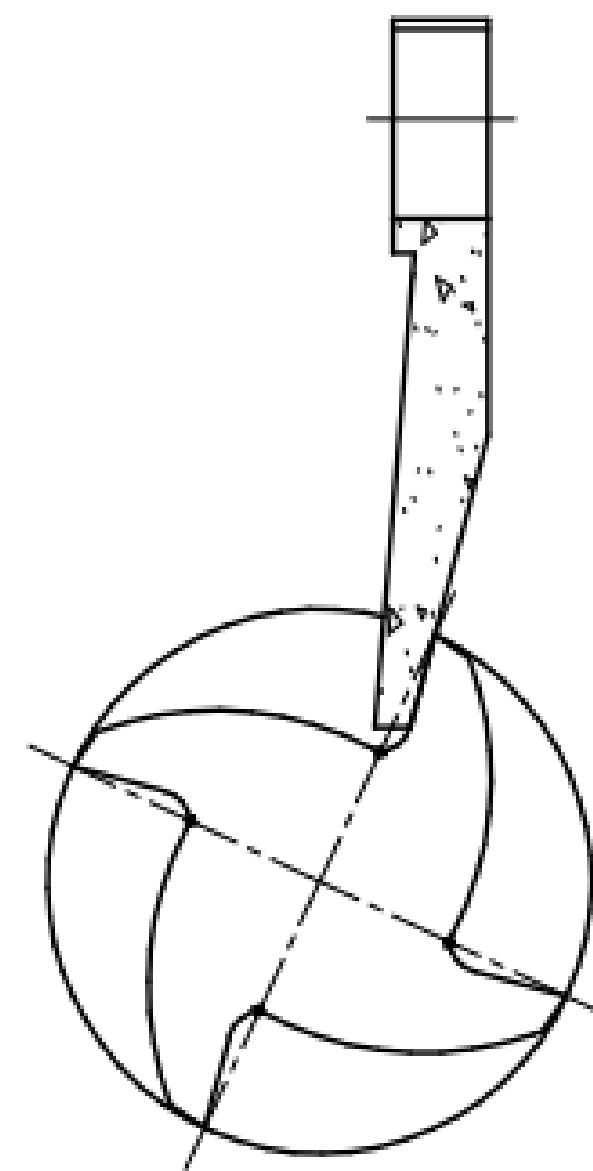
Заточка задньої поверхні зуба торцем кола



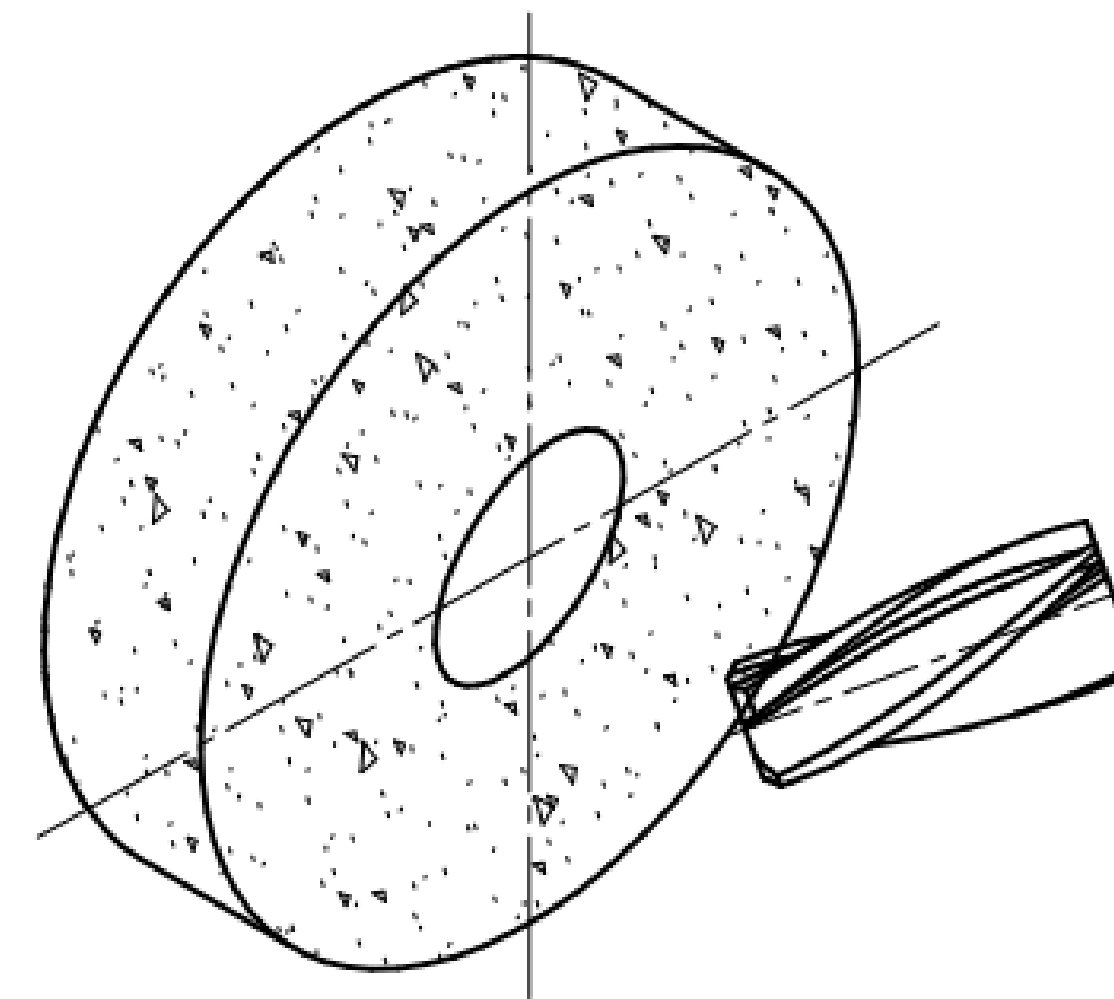
Заточка задньої поверхні зуба периферією кола



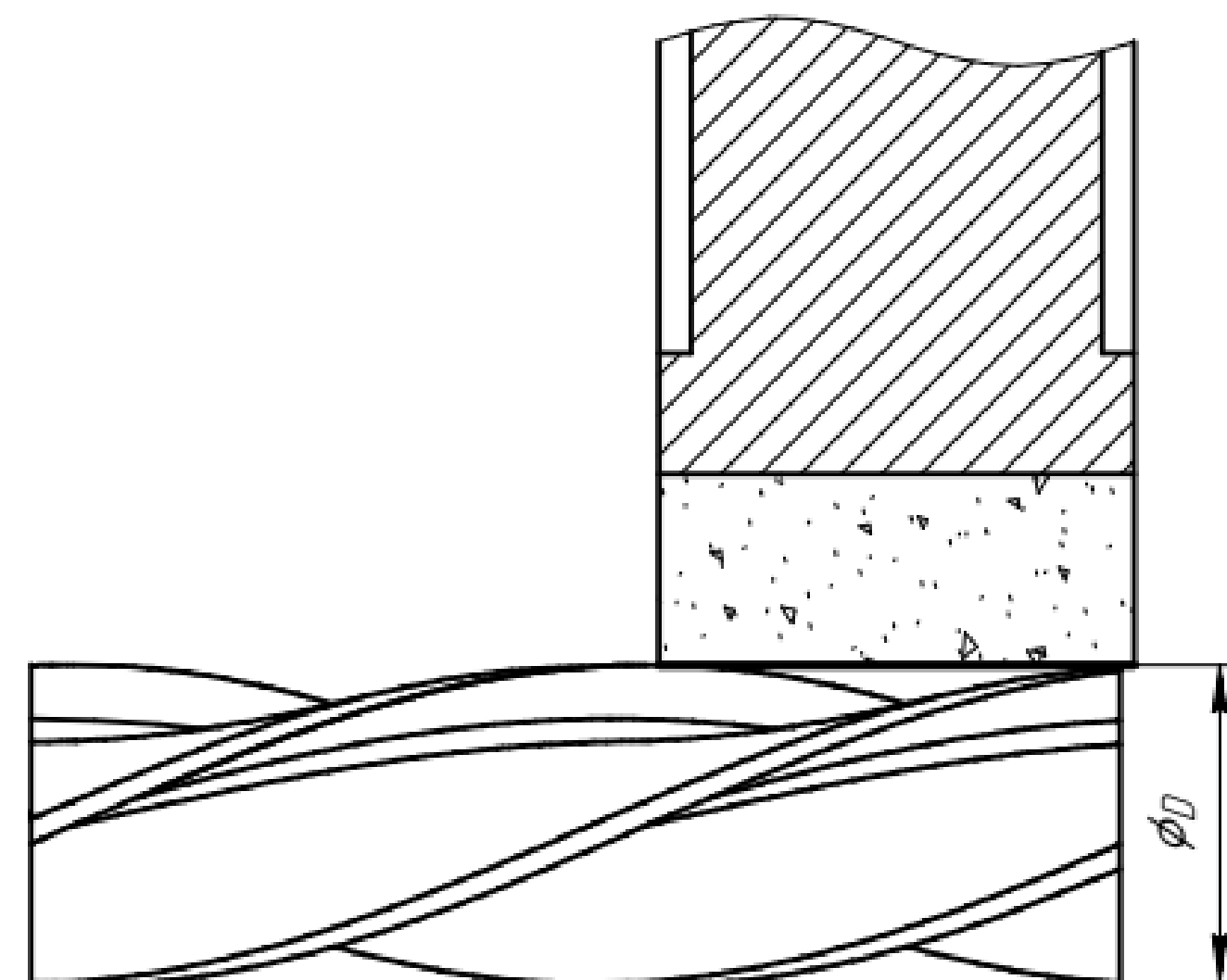
Заточка передньої поверхні



Заточка передньої поверхні зуба на торці



Заточка калібруючої частини в розмір D



Основні етапи поновлення працездатності для більшості випадків

Розрахунок зточування за одну переточку

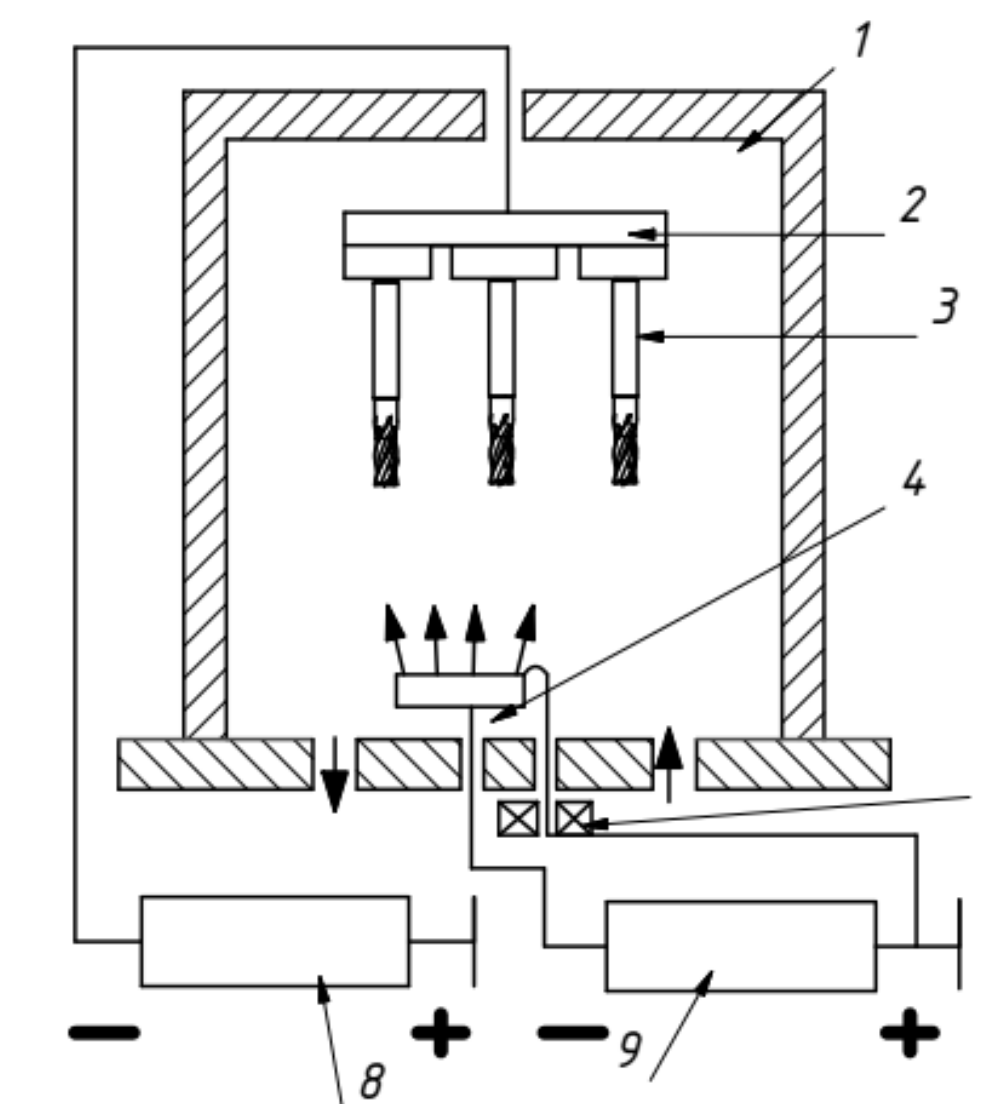
$$h = \frac{h_3 \cdot \sin(\alpha) + a \cdot \cos(\gamma)}{\cos(\alpha + \gamma)}$$

$$h = \frac{0,3 \cdot \sin(14^\circ) + 0,1 \cdot \cos(15^\circ)}{\cos(14^\circ + 15^\circ)} = 0,191, \text{ мм}$$

Де h_3 - величина зношення по задній поверхні, що вимірюється в площині, що є перпендикулярною до радіусу; a - додатковий припуск на заточку, $a=0,1-0,2$ мм.

Повторне нанесення PVD покриття

Принципова схема вакуумно-плазмової установки



- 1 - корпус вакуумної-камери (анод);
- 2 - утримувач інструменту;
- 3 - різальні інструменти;
- 4 - катод-випарник з металу, що утворює покриття;
- 5 - електромагніти;
- 6 - подача реакційного газу;
- 7 - відкачка газу вакуумним насосом;
- 8 - джерело живлення для подачі негативного потенціалу до інструментів;
- 9 - джерело живлення дуги